



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

**APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS ERGONÔMICOS NOS SISTEMAS
DE GESTÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO:
Uma Proposta de Modelo Conceitual na Mineração Subterrânea.**

DOUTORADO

Agnaldo Fernando Vieira de Arruda

**Florianópolis
2011**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS**

Agnaldo Fernando Vieira de Arruda

**APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS ERGONÔMICOS NOS SISTEMAS
DE GESTÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO:
Uma Proposta de Modelo Conceitual na Mineração Subterrânea.**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientadora: Profa. Leila Amaral Gontijo, Dra.

Florianópolis
2011

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da
Universidade Federal de Santa Catarina

A779a Arruda, Agnaldo Fernando Vieira de

Aplicação dos princípios ergonômicos nos sistemas de gestão de segurança e saúde do trabalho [tese] : uma proposta de modelo conceitual na mineração subterrânea / Agnaldo Fernando Vieira de Arruda ; orientadora, Leila Amaral Gontijo. – Florianópolis, SC, 2011.

216 p.: il., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Inclui referências

1. Engenharia de produção. 2. Minas e recursos minerais.
3. Segurança do trabalho. 4. Saúde e trabalho. 5. Ergonomia.
- I. Gontijo, Leila Amaral. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.
- III. Título.

CDU 658.5

AGNALDO FERNANDO VIEIRA DE ARRUDA

**APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS ERGONÔMICOS NOS
SISTEMAS DE GESTÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE DO
TRABALHO: UMA PROPOSTA DE MODELO CONCEITUAL
NA MINERAÇÃO SUBTERRÂNEA**

Esta tese foi julgada adequada para obtenção do Título de Doutor em Engenharia de Produção, e aprovado em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 22 de agosto de 2011

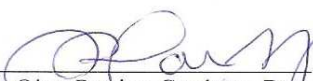


Prof. Antônio Cesar Bornia, Dr.
Coordenador do Programa de Pós Graduação em
Engenharia de Produção

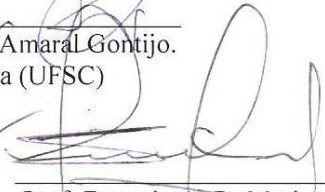
BANCA EXAMINADORA:



Profª Dra. Leila Amaral Gontijo.
Orientadora (UFSC)



Profª. Olga Regina Cardoso, Dra.
Examinadora Interna (UFSC)



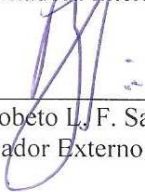
Prof. Eugenio A. D. Merino, Dr.
Examinador Interno (UFSC)



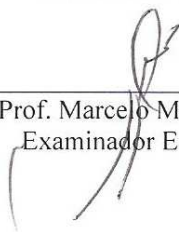
Profª. Lizandra G. L. Vergara, Dra.
Examinadora Interna (UFSC)



Prof. Adolfo Sergio F. Silva, Dr.
Examinador Externo (IFG)



Prof. Roberto L. F. Santos Jr., Dr.
Examinador Externo (UNIVALI)



Prof. Marcelo Marcio Soares, Dr.
Examinador Externo (UFPE)

Dedico este trabalho aos meus pais
Severino José de Arruda
(*in memoriam*) e Arlene Vieira Silva,
pelos esforços, gestos e atitudes
realizados e palavras semeadas para
educar seus filhos.

AGRADECIMENTOS

À professora Leila Amaral Gontijo, pela dedicação, competência, paciência e objetividade no atendimento da orientação, pelas críticas e pelas sugestões que me nortearam e permitiram que esta tese fosse concluída.

Aos professores Eugenio Andrés Díaz Merino, Vera Lúcia Duarte do Valle, Hipólito do Valle Pereira Filho, Valdemar Pacheco Junior e Roberto Moraes Cruz, por me auxiliarem nos passos iniciais da tese.

À minha esposa Maria Augusta, pelo apoio e incentivo em todos os momentos e pela compreensão da ausência nas horas de estudo e pesquisa.

Aos meus irmãos Ângelo, Anselmo (*in memoriam*) e Amilton, e à minha mãe, que mesmo distantes, sempre me incentivaram e me fortaleceram para os estudos.

Aos meus sobrinhos Moreno e Lucas, por todo apoio e incentivo.

Aos dirigentes e funcionários das empresas Toniolo Busnello S.A. e Mineração Serra Grande Ltda. que contribuíram para a elaboração do estudo de campo.

Ao Departamento da Área Acadêmica II e à Coordenação de Mineração do IFG, pela compreensão e apoio.

Aos amigos Ângela Poletto e Roberto Figueiredo, pelas palavras, gestos concretos e incentivos para que eu concluísse este doutorado.

Aos colegas da turma do doutorado do PPGEF UFSC 2006/2010, pelos momentos vividos nas aulas, nas pesquisas, nos congressos, nos seminários e nos encontros.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

ARRUDA, Agnaldo Fernando Vieira de. **Aplicação dos princípios ergonômicos nos sistemas de gestão de segurança e saúde do trabalho:** uma proposta de modelo conceitual na mineração subterrânea. (214 p.) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Orientadora: Profa. Leila Amaral Gontijo, Dra. Florianópolis, 2011.

A atividade de mineração é considerada uma atividade fundamental para a vida moderna e para o desenvolvimento econômico e social de um país. Porém, esta mesma atividade, destacando os trabalhos de mineração subterrânea, também é classificada como uma das atividades que mais causa acidentes, mortes e doenças ocupacionais no mundo. Portanto, considerando que a melhoria do ambiente de trabalho e a busca da segurança do trabalhador são preceitos da ergonomia, associado aos critérios de melhoria contínua dos sistemas de gestão de segurança e saúde do trabalho, esta pesquisa propõe um modelo conceitual de gestão de segurança e saúde do trabalho incorporado com os princípios ergonômicos, para ser aplicado nas etapas do ciclo de trabalho da mineração subterrânea. Este modelo busca, através da integração das ações ergonômicas, da estrutura do SGSST OHSAS 18.001 e do ciclo PDCA, melhorar o ambiente, reduzir o número de acidentes e doenças ocupacionais, treinar e capacitar os trabalhadores e dirigentes, bem como humanizar as atividades do ciclo de trabalho da mina subterrânea. Para isso, a pesquisa analisou e discutiu como os princípios ergonômicos poderiam ser incorporados a um sistema de gestão de segurança e saúde do trabalho, e como a ergonomia física, cognitiva, organizacional e AET podiam auxiliar a prevenir riscos, reduzir os acidentes e doenças ocupacionais e melhorar o ambiente de trabalho nas minas subterrâneas. Neste sentido, a perspectiva metodológica da pesquisa foi baseada na pesquisa exploratória por meio de pesquisa bibliográfica, estudo de campo, análise qualitativa dos dados, elaboração do modelo conceitual e uma discussão sobre o modelo proposto. Desta forma, a pesquisa bibliográfica sobre os ambientes e as atividades de mineração subterrânea, a gestão de segurança e saúde do trabalho, os acidentes e a segurança do trabalho na mineração subterrânea, além das práticas ergonômicas na mineração e na prevenção dos riscos laborais, associadas ao estudo de campo e a

uma análise qualitativa destas informações, deram os subsídios necessários para desenvolver o modelo conceitual proposto. Conclui a pesquisa que as condições e os ambientes de trabalho de uma mina subterrânea trazem riscos elevados de acidentes, doenças ocupacionais e morte para os trabalhadores, e considera que a adoção do modelo conceitual proposto significa um salto qualitativo de inovação organizacional, motivando os trabalhadores e a direção da mina em torno da prevenção de riscos e da redução de acidentes e doenças ocupacionais.

Palavras-chave: mineração subterrânea; gestão de segurança e saúde do trabalho; princípios ergonômicos.

ABSTRACT

Mining activity is considered a fundamental activity for modern life and the economic and social development of a country. Yet this same activity, highlighting the works of underground mining, is also rated one of the activities that cause most accidents, deaths and illnesses in the world. Therefore, considering that improving the work environment and the pursuit of worker safety are of ergonomic principles, associated criteria for continuous improvement of safety management and occupational health, this research proposes a conceptual model for managing safety and health work built with ergonomic principles to be applied in phases of the work of underground mining. This model attempts by integrating ergonomic actions, the structure of OHSAS 18001 OHSMS and the PDCA cycle, improve the environment, reduce the number of accidents and occupational diseases, train and empower workers and managers and humanize the activities of the duty cycle of the underground mine. For this, the research analyzed and discussed how ergonomic principles can be incorporated into a system of safety management and occupational health, ergonomics and how physical, cognitive, organizational and AET could help prevent scratches, reduce accidents and occupational diseases and improve the working environment in underground mines. In this sense the methodological perspective of the research was based on exploratory research through the literature review, field study, qualitative data analysis, preparation of the conceptual model and a discussion of the proposed model. Thus, the research literature on the environments and underground mining activities, the management of safety and occupational health, accidents and work safety in underground mining, and ergonomic practices in mining and prevention of occupational risks, associated with the field study and a qualitative analysis of this information, gave subsidies to develop the conceptual model. The paper concludes that the conditions and working environments of an underground mine bring high risks of accidents, occupational diseases and death to workers, and believes that the adoption of the proposed conceptual model means a leap of organizational innovation, motivating and worked toward around the mine risk prevention and reduction of accidents and occupational diseases.

Keywords: underground mining, safety management and occupational health; ergonomic principles.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Instalações de uma mina subterrânea.....	51
Figura 2: Método de lavra subterrânea câmaras e pilares I.....	55
Figura 3: Método de lavra subterrânea câmaras e pilares II.....	55
Figura 4: Método de lavra subterrânea corte e enchimento.....	56
Figura 5: Método de lavra subterrânea por subníveis.....	58
Figura 6: Perfuratriz manual.....	60
Figura 7: Perfuratriz montada sobre equipamento jumbo de dois braços.....	61
Figura 8: Carregamento de explosivos nos furos da rocha de forma pneumática.....	61
Figura 9: Carregamento de explosivos nos furos da rocha de forma manual.....	62
Figura 10: Procedimento manual de abatimento de choco.....	63
Figura 11: Procedimento de abatimento de choco com <i>scaler</i>	63
Figura 12: Choco caído sobre uma LHD.....	63
Figura 13: Etapa de carregamento e transporte do material rochoso desmontado.....	64
Figura 14: Contenção do teto e paredes da galeria da mina com tirantes e telas.....	65
Figura 15: Contenção do teto e paredes da mina com madeira.....	65
Figura 16: Rampa equipada com energia, ar comprimido, ventilação e água.....	66
Figura 17: Ocasões da contribuição ergonômica.....	72
Figura 18: Estrutura do BS 8800 (1996) inserida no ciclo PDCA.....	89
Figura 19: Estrutura da norma OHSAS 18.001 (2007) inserida no ciclo PDCA.....	89
Figura 20: Estrutura do guia ILO-OSH (2001) inserida no ciclo PDCA.....	90
Figura 21: Similaridade entre o ciclo PDCA, OHSAS 18001(2007) e ILO-OSH (2001).....	91
Figura 22: Procedimentos metodológicos da pesquisa.....	106

Figura 23: Etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea.....	122
Figura 24: Marcação da frente para execução dos furos.....	126
Figura 25: Perfuração com jumbo em galeria.....	127
Figura 26: Perfuração com jumbo em frente de lavra.....	128
Figura 27 : Plano de fogo de uma galeria.....	130
Figura 28: Carregamento de explosivos nos furos com carregador pneumático.....	133
Figura 29: Procedimento de abatimento manual de choco.....	135
Figura 30: Carregamento de rocha no caminhão por uma carregadeira LHD.....	137
Figura 31: Transporte de rocha no caminhão rebaixado.....	138
Figura 32: Contenção do teto da mina com tirantes e tela.....	142
Figura 33: Contenção do teto e parede da mina com cambotas metálicas e concreto.....	143
Figura 34: Contenção do teto e parede da mina com concreto projetado.....	143
Figura 35: Monitoramento da escavação pelo método de seção de convergência.....	144
Figura 36: Modelo conceitual de GSST para mineração subterrânea..	154

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Lesões no trabalho, EUA, 2003.....	32
Tabela 2: Acidentes fatais × grupo de atividade, Brasil, 1998 a 2001. .	33
Tabela 3: Evolução de acidentes e doenças (através das CAT's), Brasil, 2003 a 2008.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AET	Análise Ergonômica do Trabalho
AIHT	Associação Internacional de Higiene Ocupacional
BS	<i>British Standart</i>
BSI	<i>British Standard Institution</i>
CE	Comunidade Europeia
DNPM	Departamento Nacional da Produção Mineral
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Saúde do Trabalho
GSST	Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
IEA	<i>International Ergonomics Association</i>
ILO-OSH	<i>Guidelines on Occupational Safety and Health Management Systems</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LHD	<i>Load Haulp Dump</i> (Tipo de Carregadeira Rebaixada Específica para Mina Subterrânea)
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
MPAS	Ministério da Previdência e Assistência Social
NIOSH	<i>National Institute Occupational Safety and Health</i>
NR	Norma Regulamentadora
OIT	Organização Internacional do Trabalho
ONU	Organização das Nações Unidas
OHSAS	<i>Occupation Health and Safety Assessment Series</i>
PDCA	Ciclo da Melhoria Contínua (<i>Plan, Do, Check e Act</i>)
PGR	Programa de Gerenciamento de Riscos
SGSST	Sistema de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho
SSO	Segurança e Saúde Ocupacional
SST	Segurança e Saúde no Trabalho

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
1.1 PRINCÍPIOS ERGONÔMICOS	28
1.2 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO	30
1.3 QUESTÕES DA PESQUISA.....	40
1.4 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	41
1.4.1 Objetivo geral	41
1.4.2 Objetivos específicos	41
1.5 PRESSUPOSTOS	41
1.6 MOTIVAÇÃO	42
1.7 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	42
1.8 ESTRUTURA DA TESE.....	43
 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	45
2.1 MINERAÇÃO: CONCEITOS, HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA	45
2.1.1 A Mineração no Brasil	48
2.1.2 Caracterização da mineração subterrânea: desenvolvimento e métodos de lavra	50
2.2 ERGONOMIA E SEGURANÇA DO TRABALHO	68
2.2.1 A relação da ergonomia cognitiva com a segurança do trabalho	73
2.2.2 A participação da ergonomia na prevenção de riscos	75
2.2.2.1 AET, prevenção de riscos e segurança do trabalho	75
2.2.2.2 A análise ergonômica do trabalho segundo a NR 17	78
2.2.2.3 A relação da Diretriz Europeia N° 89/391 com a análise do trabalho	79
2.3 SISTEMAS DE GESTÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO	81
2.4 A PARTICIPAÇÃO DA ERGONOMIA NAS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO SUBTERRÂNEA	92
 3 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	99
3.1 Delineamento da pesquisa.....	99
3.2 Caracterização do local do estudo de campo e histórico da empresa	101
3.3 Caracterização dos trabalhadores e horários de trabalho das Minas.....	102
3.4 Princípios éticos	103

3.5 TRAJETÓRIA METODOLÓGICA DA PESQUISA.....	104
3.5.1 Etapas da pesquisa.....	106
3.5.2 Procedimentos da pesquisa	107
3.5.3 Descrição dos procedimentos metodológicos da pesquisa	108
3.5.3.1 Pesquisa bibliográfica	108
3.5.3.2 Estudo de campo.....	109
3.5.3.3 Análise qualitativa dos dados.....	110
3.5.3.4 Elaboração do modelo conceitual	111
3.5.3.5 Discussão do modelo conceitual e conclusões.....	113

4 RESULTADO E DISCUSSÕES DO ESTUDO DE CAMPO 115

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO ESTUDO E CICLO DE TRABALHO	115
4.1.1 Profundidade das minas e métodos de lavra	115
4.1.2 Caracterização dos ambientes das minas subterrâneas.....	116
4.1.2.1 Temperatura, calor e umidade.....	116
4.1.2.2 Iluminação.....	118
4.1.2.3 Ruído.....	118
4.1.2.4 Vibração.....	119
4.1.2.5 Agentes químicos.....	120
4.1.2.6 Análise dos ambientes das minas subterrâneas.....	120
4.1.3 Etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea.....	121
4.1.3.1 Planejamento de mina	122
4.1.3.2 Perfuração	123
4.1.3.3 Desmonte com explosivos	130
4.1.3.4 Abatimento de choco	133
4.1.3.5 Carregamento e transporte (limpeza da frente).....	135
4.1.3.6 Contenção da mina	138
4.1.3.7 Equipagem da mina.....	144

5 PROPOSTA DO MODELO CONCEITUAL DE GSST PARA A MINERAÇÃO SUBTERRÂNEA INCORPORADO COM OS PRINCÍPIOS ERGONÔMICOS..... 149

5.1 JUSTIFICATIVAS SOBRE A ESCOLHA DO SGSST OHSAS 18.001(2007).....	149
5.2 OHSAS 18.001(2007) – CONSIDERAÇÕES, TERMOS E DEFINIÇÕES	151
5.2.1 Objetivo e campo de aplicação da norma OHSAS 18.001 (2007).....	151
5.2.2 Termos e definições.....	152

5.3 REQUISITOS DA OHSAS 18.001 (2007) PARA UM SGSST ...	152
5.4 PROPOSTA DO MODELO CONCEITUAL (ADAPTADO DA NORMA OHSAS 18.001 (2007)).....	153
5.4.1 Representação gráfica do modelo conceitual proposto	153
5.4.2 Descrição das etapas do modelo conceitual proposto.....	155
5.4.2.1 Definição da política de SST	155
5.4.2.2 Etapa do planejamento.....	156
5.4.2.3 Etapa da implementação e operação.....	161
5.4.2.4 Etapa de verificação	168
5.4.2.5 Etapa da análise crítica pela direção.....	173
5.5 DISCUSSÕES E RESULTADOS SOBRE O MODELO CONCEITUAL PROPOSTO.....	174
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	179
6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	179
6.2 RECOMENDAÇÕES	181
REFERÊNCIAS	183
ANEXO I.....	197
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DA PESQUISA PELO CONSELHO DE ÉTICA DA UFSC	197
ANEXO II	198
GLOSSÁRIO DA OHSAS 18.001(2007)	198
ANEXO III.....	203
REQUISITOS DO SGSST DA OHSAS 18.001 (2007)	203
REQUISITOS DA NORMA OHSAS 18.001 (2007).....	203

1 INTRODUÇÃO

Anualmente, cerca de 2 a 2,3 milhões de trabalhadores morrem no mundo por causa de acidente de trabalho ou doença relacionada ao trabalho, além disso, por dia, mais de 960.000 trabalhadores se machucam no trabalho. Os números são baseados em projetos financiados pela Organização Internacional do Trabalho – OIT – e feito pelo Centro de Gestão da Segurança e Engenharia, na Finlândia (HAMALAINEN; SAARELA, 2009).

Todos os anos, milhares de mineiros morrem em acidentes de mineração, especialmente na área de mineração subterrânea de carvão. Existem várias causas para a ocorrência dos acidentes, incluindo vazamentos de gases tóxicos ou explosivos naturais, colapso das aberturas das minas, explosões de poeiras de carvão, inundações, ou aqueles decorrentes de erros mecânicos por utilização incorreta ou do mau funcionamento dos equipamentos da mina (DHILLON, 2010).

Segundo Hämäläinen e Saarela (2009), há décadas os acidentes de trabalho e doenças relacionadas ao trabalho têm sido de muito interesse, mas, devido à falta de registro adequado e sistemas de notificação, os números oficiais estão desatualizados em muitos países, inclusive no Brasil. Os autores também descrevem que estudos recentes mostram que a segurança e saúde no trabalho ainda é um desafio extensivo em todo o mundo.

A OIT (2007) traz as seguintes considerações em relação aos trabalhos de mineração e segurança do trabalho:

- a atividade mineradora sempre foi considerada perigosa, compreendendo riscos graves e expondo os trabalhadores, todos os dias, aos perigos de acidentes graves e até de morte;
- a falta de condições sanitárias e atenção médica adequadas, os ferimentos e os problemas de saúde decorrentes do trabalho deixam sequelas permanentes;
- em todas as minas do mundo, os trabalhadores expõem suas vidas aos perigos todos os dias;
- em sua maioria, as minas se encontram em más condições, podendo sofrer desmoronamentos a qualquer momento;
- as mortes por acidentes nessas atividades são frequentes, além de muitos casos com ocorrências de ferimentos graves e danos permanentes;

- outros perigos provenientes do ambiente são os gases e vapores nocivos que causam dificuldades respiratórias e podem provocar mortes e enfermidades pulmonares;
- os mineiros sofrem grande tensão física por serem obrigados a transportar cargas muito acima de suas capacidades físicas. Isso lhes acarreta cansaço constante, problemas musculares e ósseos, assim como rupturas e lesões graves, que comprometem não apenas sua saúde, mas também seu desenvolvimento;

De acordo com Dhillon (2010), a cada ano, um grande número de fatalidades ocorre em minas em todo o mundo, e atualmente a China é responsável por uma grande proporção de mortes relacionadas com acidentes de mineração, especialmente na área de mineração de carvão. Por exemplo, a China produz cerca de 35% do carvão do mundo e responde por cerca de 80% das mortes na mineração de carvão.

Neste contexto, Homer (2009) considera a República Popular da China como um país que possui um número desproporcional de mortes em mineração de carvão quando comparado com outros países, em função da produção.

Além disso, o pior desastre da mineração de carvão no mundo ocorreu na China, em 26 de abril de 1942, na mina de carvão Benxihu, localizado na Benxi, Liaoning. Neste acidente, uma explosão de pó de carvão matou 1.572 pessoas.

Corroborando os dados, a OIT (2009) declara que milhões de pessoas participam da atividade de mineração de maneira informal, sem proteção trabalhista nem seguro saúde, o que contribui para elevar os índices de acidentes neste setor. Relata também que as condições de trabalho no setor de mineração são precárias para um setor que emprega cerca de 1% da força de trabalho do mundo e que, no entanto, registra a quantidade de 8% dos acidentes fatais.

Considerando as informações da OIT (2009), Homer (2009) e Dhillon (2010), pode-se concluir que os trabalhos em mineração subterrânea figuram entre as atividades que mais causam acidentes e doenças ocupacionais no mundo, devido às particularidades e aos riscos inerentes ao ambiente subterrâneo, considerado insalubre pela legislação, por ser confinado, úmido, escuro, com riscos de desmoronamentos e com atmosfera deficiente, acarretando um ambiente prejudicial à segurança e à saúde do trabalhador.

Porém, a atividade mineral não pode ser desconsiderada, mas sim melhorada e ressaltada, porque é uma atividade essencial à vida moderna, em função de que tudo que se utiliza ou se necessita, seja no trabalho, no lazer, no transporte, nas residências, nos utensílios, na higiene pessoal, entre outros, está ligado diretamente aos recursos minerais e seus derivados. Também é uma atividade que gera empregos diretos e indiretos, por ser uma indústria de base.

Em relação à importância da mineração, Dhillon (2010) descreve que a indústria mineira tem desempenhado um papel fundamental no desenvolvimento das civilizações. A história da mineração é antiga e pode ser rastreada até os antigos egípcios, que operavam minas de malaquita. Hoje, a indústria da mineração do mundo produz mais de seis bilhões de toneladas de minério por ano, gerando receitas de trilhões de dólares

As minas subterrâneas e os respectivos trabalhos desenvolvidos, que utilizam explosivos e equipamentos específicos, pela sua importância como indústria de base para o desenvolvimento de um país e por apresentar, de acordo com a OIT (2009), Homer (2009) e Dhillon (2010), altos índices de acidentes, inclusive com mortes, necessitam e merecem mais atenção da segurança do trabalho e em especial de estudos ergonômicos.

Esta atenção, junto com outras disciplinas, pode buscar as melhores formas de concepção e melhoria dos locais de trabalho, maquinário e equipamentos, com objetivo de promover a melhoria do ambiente de trabalho nas minas subterrâneas e de reduzir os acidentes e as doenças ocupacionais, com consequente aumento da produtividade.

As práticas ergonômicas e de segurança do trabalho no âmbito operacional são importantes, porém limitadas em relação ao seu alcance e ao cumprimento de seus objetivos.

Para que se tenha uma melhor eficiência, eficácia e efetividade de um plano de segurança e ergonomia, é necessário que eles façam parte do conceito da organização e das ações estratégicas da empresa.

Neste contexto, para reduzir as situações de risco, se forem baseadas em princípios ergonômicos, as decisões gerenciais de segurança do trabalho podem tornar-se mais eficientes, trazendo contribuições efetivas na redução dos níveis de acidentes nas minas.

O relacionamento da ergonomia com a mineração subterrânea e com a gestão de segurança do trabalho apresenta-se incipiente, devido aos poucos trabalhos desenvolvidos e publicados sobre o assunto, constatado nesta pesquisa. Este relacionamento pode ser mais

abrangente e aplicado no nível estratégico da empresa, para auxiliar na condução dos SGSST.

Nas últimas décadas, preocupadas com o crescente aumento dos índices de acidentes de trabalho, as organizações internacionais começaram a desenvolver normas, diretrizes e guias mais abrangentes, com foco gerencial, para que as empresas passassem a implantar e a desenvolver SGSST nas suas estruturas, com objetivos de melhorar os ambientes de trabalho, reduzir riscos e acidentes de trabalho, melhorar a produtividade e a imagem da empresa, entre outros benefícios.

Dentre os principais guias, diretrizes e normas para desenvolver um SGSST, destacam-se a BS 8800 (1996), o OHSAS 18.001(2007) e o ILO OSH (2001), no âmbito internacional, e, no âmbito nacional, o Brasil publicou, por intermédio da ABNT, em dezembro de 2010, a NBR 18.801(2010), que se refere aos requisitos de um sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho.

Os principais SGSST não abordam os fundamentos da ergonomia e seus preceitos e se o fazem é de forma discreta, mas os descrevem constantemente nas suas considerações sobre melhoria no ambiente e nas atividades de trabalho.

1.1 PRINCÍPIOS ERGONÔMICOS

Sobre os princípios ergonômicos, a OIT (1996) descreve que:

- em geral, é mais eficaz para examinar as condições de trabalho se os princípios ergonômicos forem aplicados para resolver ou evitar problemas;
- às vezes, pequenas mudanças no *design* ergonômico de equipamentos, nas estações trabalho ou nas tarefas de trabalho podem trazer melhorias significativas;
- trabalhadores que possam ser afetados por quaisquer mudanças ergonômicas no ambiente de trabalho devem ser envolvidos nas discussões antes que as mudanças sejam feitas, pois a Sua contribuição pode ser muito útil para determinar as mudanças necessárias e adequadas.

Zalk (2000) considera que os princípios ergonômicos utilizam a experiência de uma força de trabalho de base e concentra-se em interpretações da ergonomia participativa de riscos quantitativos e

qualitativos e informações de avaliação da exposição que, por sua vez, resultam em um treinamento de ergonomia pré-desenvolvido.

Segundo Couto (1995), através da aplicação dos princípios ergonômicos, pode-se propiciar uma interação adequada e confortável do ser humano com os objetos que maneja e com o ambiente onde trabalha e ainda melhorar a produtividade, reduzir os custos laborais que se manifestam através de absenteísmo, rotatividade, conflitos e pela falta de interesse para o trabalho.

Para Wisner (1994), a ergonomia só acontecerá se existir a oportunidade de que vários níveis de uma organização participem na introdução e difusão dos princípios ergonômicos, porque a ergonomia é participativa na essência e ela existirá se, na sua discussão, o processo for participativo.

Neste contexto, os princípios ergonômicos considerados nesta pesquisa são aqueles referentes aos estudos sobre: a ergonomia física (postura, manuseio de cargas, movimentos repetitivos, distúrbios músculo-esqueléticos, projeto de posto de trabalho, segurança e saúde do trabalhador); a ergonomia cognitiva (carga mental, tomada de decisões, interação homem-máquina, estresse e treinamento); e a ergonomia organizacional (comunicação, projeto de trabalho, programação de trabalho em grupo, projeto participativo, trabalho cooperativo, cultura organizacional, organizações e gestão da qualidade), juntamente com a Análise Ergonômica do Trabalho – AET – e as práticas da ergonomia de concepção, de correção, de conscientização e de participação.

Desta forma, esta pesquisa considera que a Análise Ergonômica do Trabalho – AET – é um instrumento valioso na contribuição para minimizar os problemas de segurança do trabalho. Porém, para que esta análise possa desenvolver suas contribuições, é necessário que ela atue também de forma preventiva, e não só na forma corretiva, antecipando-se aos problemas, aos riscos dos postos e ambientes de trabalho a sua relação com o trabalhador.

Considerando também que a melhoria do ambiente de trabalho e a busca da segurança do trabalhador são objetivos e concepções dos princípios da ergonomia (ABRAHÃO et al., 2009; FALZON, 2007; IIDA, 2005; DANIELLOU, 2004; GUÉRIN, 2001) aliados às referências e às contribuições da análise do trabalho para a prevenção dos riscos profissionais, esta pesquisa investigou e discutiu sobre a necessidade da incorporação de princípios ergonômicos de forma estratégica em um SGSST para ser aplicado nas minas subterrâneas,

com vistas a humanizar, melhorar e reduzir acidentes nos ambientes e nas atividades ali desenvolvidas.

Portanto, a contribuição principal desta pesquisa é a apresentação de um modelo conceitual de GSST para as minas subterrâneas, adaptado com a incorporação dos princípios ergonômicos. O modelo proposto foi elaborado a partir de adaptações do SGSST OHSAS 18.001 (2007), por ter se mostrado mais adequado aos objetivos do estudo.

1.2 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

O tema desta pesquisa está ligado à forma como a ergonomia pode trazer benefícios à segurança dos trabalhadores das minas subterrâneas através da melhoria dos ambientes de trabalho e das atividades desenvolvidas, e, para isto, está sendo proposta a incorporação dos princípios ergonômicos a um SGSST, vindo a contribuir de forma estratégica para que os ambientes nas minas subterrâneas sejam mais adequados e o trabalho se torne mais humanizado.

Desta forma, esta pesquisa surgiu da necessidade de agregar os conhecimentos e benefícios da ergonomia ao SGSST voltado para mineração subterrânea.

A necessidade ergonômica pode ser compreendida em McPhee (2004), McPhee (2009), Schutte (2005), James (2009) e Plamodon et al. (2006), quando concordam que a contribuição da ergonomia na mineração, principalmente nos casos da mineração subterrânea, é insuficiente.

McPhee (2004) também relata que há uma escala de itens emergentes entre a ergonomia e a mineração, considerando-se desde as mudanças nas práticas de trabalho até uma melhoria na produtividade.

Também se pode ressaltar a necessidade ergonômica, baseando-se em Iida (2005), pela sua contribuição para o assunto através dos comentários sobre as aplicações da ergonomia na mineração, descrevendo que elas ainda não ocorrem com a intensidade desejável, devido ao caráter relativamente disperso dessa atividade e ao pouco poder de organização e de reivindicação dos mineiros.

Sobre a relação da ergonomia com a segurança do trabalho, pode-se considerar as descrições de Rebelo (2006) como base importante para as necessidades da pesquisa, quando fala, entre outras coisas, que as perspectivas de intervenção em segurança e saúde no trabalho focam

normalmente na definição de procedimentos de ação centrados na tipificação dos perigos ou dos fatores de risco e convergem em soluções predefinidas para os problemas diagnosticados. Apesar destes procedimentos serem eficazes, eles apresentam problemas decorrentes do fato de muitas vezes não considerarem o homem como o “ator” principal de uma situação de trabalho. É precisamente neste aspecto que a ergonomia pode focar a sua atenção; em particular, na compreensão da interação do trabalhador com os elementos de uma situação de trabalho, tendo em vista a sua melhoria de acordo com critérios de segurança e saúde, ao mesmo tempo em que promove a eficiência do sistema produtivo (REBELO, 2006).

No contexto de segurança do trabalho, a OIT relatou, no XVIII Congresso Mundial sobre Segurança e Saúde no Trabalho em Seul, Coreia do Sul, em 2008, que:

- cerca de 6.300 pessoas por dia e 2,3 milhões de pessoas por ano, na média, morrem no mundo em razão de acidentes ou doenças de trabalho, apesar de a segurança e a saúde serem fundamentais para a dignidade do trabalho;
- o número de acidentes, em particular os que causam mortes, está subindo, sobretudo em alguns países asiáticos, devido, entre outros fatores, “ao rápido desenvolvimento das atividades e às fortes pressões competitivas exercidas pela globalização”;
- enquanto as doenças de origem profissional constituem o problema principal nos países industrializados, os riscos de acidente estão mais concentrados nas economias em desenvolvimento, especialmente nos setores de mineração, construção e agricultura.

Em relação às estatísticas de acidentes de trabalho na mineração no Brasil e no mundo, devem-se considerar, além das citações da OIT (2009), Homer (2009) e Dhillon (2010), as informações apresentadas pelo IBRAM (2008), no seu documento intitulado Programa Especial de Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração, e também os dados disponibilizados pelos Ministérios da Previdência Social e do Trabalho e Emprego, os quais apresentam um relato sobre a evolução dos acidentes na mineração.

Segundo o IBRAM (2008), os dados de 2004 da Comissão Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional da Austrália (*National Occupational Health and Safety Commission*) mostram que a taxa de fatalidades na indústria de mineração (fatalidades por 100.000

empregados) foi maior em cinco dos oito países avaliados (Austrália, Reino Unido, Suécia, Nova Zelândia, Dinamarca, Finlândia, Noruega e Alemanha) e alcançou o segundo lugar em outros três países, que tiveram taxas maiores no setor de “agricultura, florestas e caça” e “suprimento de eletricidade, gás e água”.

O IBRAM (2008) também apresenta que, nos EUA, segundo dados do Conselho Nacional de Segurança (*National Safety Council*) de 2003, apresentados na Tabela 1, a taxa de fatalidade (fatalidade por 100.000 empregados) na mineração foi a maior em comparação com outros setores, como agricultura, transporte, construção, manufatura, e outros.

Tabela 1: Lesões no trabalho, EUA, 2003.

Divisão da indústria	Trabalhadores	Mortes		Mortes por 100.000 trabalhadores		Desabilitado por lesões
		2003	Comparado com 2002	2003	Comparado com 2002	
Todas as indústrias	139.988.000	4.500	-5%	3.2	-5%	3.400.000
Agricultura	3.340.000	710	-6%	20.9	-4%	110.000
Mineração	539.000	120	+1%	22.3	-4%	20.000
Construção	9.268.000	1.060	-3%	11.4	-4%	390.000
Manufatura	17.708.000	490	-6%	2.0	-4%	460.000
Transporte e serviços públicos	7.721.000	770	-9%	10.0	-5%	320.000
Comércio	29.240.000	380	0%	1.3	-4%	710.000
Serviços	50.310.000	550	-3%	1.1	-4%	890.000
Governo	20.862.000	420	-3%	2.0	-3%	500

Fonte: *National Safety Council*.

Outro dado norte-americano de 2005 enfatiza que, apesar da construção civil ter um maior número de acidentes fatais devido ao grande número de empregados do setor, as maiores taxas de acidentes fatais (fatalidade por 100.000 empregados) estão nos setores agrícolas silvícolas, pesca e caça, com taxa de 32,5, e mineração, com taxa de 25,6. Entre 1980 e 1995, o setor de mineração apresentou a maior taxa de acidentes fatais com valor de 30,3, o que representa, aproximadamente, valor 50% superior à indústria agrícola silvícola e de pesca.

No Brasil, segundo dados do Ministério do Trabalho e Emprego (2002), desde 1998 o setor de mineração vem liderando a taxa de mortalidade no país, à frente dos demais setores como transporte terrestre e construção civil, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2: Acidentes fatais × grupo de atividade, Brasil, 1998 a 2001.

Ano	1998		1999		2000		2001	
Grupo de Atividade	¹Incid.	²Mortal.	¹Incid.	²Mortal.	¹Incid.	²Mortal.	¹Incid.	²Mortal.
Mineração	6	56,62	3,22	58,70	2,08	29,16	2,70	53,52
Transporte Terrestre	1,72	41,48	1,75	47,91	1,39	30,35	1,39	29,01
Construção	2,82	39,55	2,74	40,13	20,6	26,38	20,6	30,29

Fonte: MTE RAI 98/99/2000/2001 e Anuário Estatístico da Previdência Social.

¹Incidência: número de acidentes/número de empregos na atividade × 10

²Mortalidade: número de óbitos/número de empregos na atividade × 100.000

Segundo dados obtidos através da emissão dos CAT's – Comunicado de Acidente do Trabalho –, no Anuário Brasileiro de Proteção da Dataprev, no período de 2003 a 2008, tanto os acidentes como as doenças, na indústria extrativa mineral, apresentaram aumento significativo entre 2003 a 2008. Vide Tabela 3.

Tabela 3: Evolução de acidentes e doenças (através das CAT's), Brasil, 2003 a 2008.

Ano	Acidentes	DOENÇAS	TRAJETO
2003	2.300	148	130
2004	3.396	159	210
2005	4.215	221	251
2006	4.554	261	320
2007	4.840	191	394
2008	4.834	147	439

Fonte: Anuários Brasileiros de Proteção Dataprev

Houve, portanto, um aumento de 110% nos acidentes de trabalho, comparando-se 2008 com 2003.

Com relação ao desempenho por atividades em todo o setor de mineração, o IBRAM (2008) destaca um artigo da edição 2.015 da Revista Veja, de 04 de julho de 2007, o qual descreve que as minerações

de carvão estão entre os principais setores que concederam auxílios doenças e acidentários em 2006, juntamente com marcenarias e empresas de transporte terrestre.

Os acidentes de trabalho nas minas subterrâneas acontecem em todos os tipos de mina, seja de minério metálico, como ouro, cobre, prata, chumbo, como o recente acidente acontecido no Chile, em agosto de 2010, na mina de ouro e cobre de San José, que deixou 33 mineiros presos no subsolo por 69 dias, ou de minérios não metálicos, como o carvão, tendo-se como exemplos os mais recentes acidentes no ano de 2010 nas minas de carvão da Colômbia, da Sibéria, da Nova Zelândia e da China.

Porém, os acidentes de trabalho em mineração acontecem com mais intensidade e gravidade nas minas de carvão subterrâneas, se comparados às minas de minério metálico.

A mineração de carvão se destaca em relação às demais minerações de outras substâncias minerais pelos sucessivos acidentes em suas instalações, principalmente por explosões, desabamentos ou enchentes.

Historicamente, a mineração de carvão tem sido uma atividade muito perigosa. Os principais riscos de uma mineração subterrânea incluem asfixia, envenenamento por gás, colapso do teto e paredes da mina e explosões. Segundo Homer (2009), a maioria destes riscos pode ser reduzida em minas modernas, e alguns incidentes fatais agora são raros em algumas partes do mundo desenvolvido.

No entanto, em países menos desenvolvidos e alguns países em desenvolvimento, muitos mineiros continuam a morrer anualmente, em decorrência de acidentes diretos em minas de carvão ou em decorrência de efeitos adversos para a saúde do trabalho em condições precárias. A China, em particular, tem o maior número de mortes relacionadas com mineração de carvão no mundo, com 6.027 mortes em 2004 (HOMER, 2009). Para comparar, 28 mortes foram relatadas nos Estados Unidos no mesmo ano (COLEMAN; KERKERING, 2007). A produção de carvão na China é o dobro da produzida nos Estados Unidos, enquanto o número de mineiros de carvão é de cerca de 50 vezes maior.

Em 2006, os acidentes de trabalho fatais entre os mineiros dos Estados Unidos dobraram em relação ao ano anterior, totalizando 47. Estes valores podem em parte ser atribuído ao desastre da Mina Sago. O acidente na mina de *Utah's Crandall Canyon Mine*, no qual nove mineiros morreram e seis foram soterrados, demonstra o aumento dos riscos ocupacionais enfrentados pelos mineiros americanos (GRAYSON et al., 2009)

De acordo com Homer (2009), as doenças crônicas do pulmão, tais como pneumoconiose (pulmões pretos), que levam a uma redução da expectativa de vida, são comuns em mineiros de países produtores de carvão. 4.000 novos casos de pulmão preto aparecem ainda a cada ano nos Estados Unidos (4% de trabalhadores por ano) e 10.000 novos casos a cada ano na China (0,2% dos trabalhadores).

As melhorias desenvolvidas nos métodos de lavra, o monitoramento de gases perigosos (tais como lâmpadas de segurança ou mais modernos monitores de gás eletrônicos), drenagem de gás, equipamentos elétricos e de ventilação reduziram muitos dos riscos de quedas de rochas, explosões e insalubridade da qualidade do ar. As análises estatísticas realizadas pelo Departamento do Trabalho do *E. U. Mine Safety Health Administration* (MSHA) mostram que, entre 1990 e 2004, a indústria mineira cortou a taxa de lesões em mais da metade e de mortes, em dois terços. No entanto, de acordo com o *Bureau of Labor Statistics*, a mineração continua a ser a segunda mais perigosa ocupação da América (GRAYSON et al., 2009).

De acordo com Tien (2005), a maioria dos acidentes que ocorrem em minas de carvão é proveniente de desabamentos, de explosões de metano ou de inundação das minas.

Homer (2009) descreve que, de acordo com informações da *State Administration of Work Safety* (SAWS) da República Popular da China e da *China Labour Bulletin*, as mortes de trabalhadores nas minas chinesas foram:

- 5.798 mortes no ano de 2000;
- 5.670 mortes no ano de 2001;
- 6.995 mortes no ano de 2002;
- 6.434 mortes no ano de 2003;
- 6.027 mortes no ano de 2004;
- 5.986 mortes no ano de 2005;
- 4.746 mortes no ano de 2006;
- 1.066 mortes no primeiro trimestre de 2007.

Durante todo o período de 2000 a 2006, um total de 235 mineiros foram mortos em acidentes nas minas de carvão dos Estados Unidos (*United States Department of Labor*, 2007).

No entanto, quando as estatísticas da República Popular da China são comparados com as da segunda maior economia do carvão, os Estados Unidos, fica evidente que as minas de carvão chinesas são desproporcionalmente mortais (HOMER, 2009).

Neste contexto, pode-se concluir que a mineração de carvão é um negócio muito arriscado e que acidentes devastadores ocorrem em todos os países que produzem quantidades comerciais do mineral.

As práticas do trabalho na mineração subterrânea estão mudando, e consequentemente as exposições a riscos para os trabalhadores também estão mudando. Deslocamentos mais longos, fadiga e sobrecarga, cansaço mental, trabalho físico pesado intermitente, pouca variação da tarefa, trabalho sedentário em posturas fixas e a vibração no corpo, além dos problemas com envelhecimento, todos trazem riscos para a saúde e para a segurança do trabalhador do subsolo. Entretanto, as empresas de mineração ainda não reconhecem estes aspectos, como deveriam, como causas potenciais de problemas de saúde e segurança na indústria da mineração (McPHE, 2004; MCPHE, 2009; SCHUTTE, 2005; PLAMODON et al., 2006).

A OIT (2009) também declara que a mineração é a atividade que causa mais acidentes mortais e doenças entre seus trabalhadores. Além disso, milhões de pessoas participam dela de maneira informal, sem proteções trabalhistas nem seguro de saúde.

Desta forma, as declarações da OIT (2009), Grayson et al. (2009), Homer (2009). Dhillon (2010) e as estatísticas nacionais e internacionais consolidam os problemas da segurança do trabalho na mineração, bem como os trabalhos de McPhee (2004), McPhee (2009), Iida (2005), Plamodon et al. (2006), James (2009) e Schutte (2005), determinam que é incipiente o relacionamento da ergonomia com os trabalhos de mineração subterrânea.

A relação dos acidentes com os sistemas de gestão de segurança pode ser compreendida na visão de Lapa (2006), quando ele descreve que os acidentes acontecem porque os sistemas de gerenciamento de segurança não são suficientemente abrangentes e completos, e se o são, conceitualmente, não estão suficientemente refletidos nas práticas gerenciais rotineiras, existindo de maneira paralela e não integrada à gestão empresarial.

As empresas, em face de novos desafios devido à crescente concorrência internacional, como, por exemplo, maiores produtividades, concepção de novos produtos e menores prazos para desenvolver a tarefa, devem considerar que as ações ergonômicas, na concepção do trabalho e dos respectivos locais, podem apoiar a produtividade e a qualidade, promover a saúde dos trabalhadores e também atrair novos empregados. Gestão, muitas vezes se concentra em produtividade, qualidade e lucro econômico, enquanto as questões do ambiente de

trabalho, por vezes, tendem a ser negligenciadas. (TORNSTROM, 2008).

Neste contexto, também se deve considerar que um elevado número de doenças ocupacionais e acidentes trabalhistas é decorrente também da ausência de medidas ergonômicas adequadas. Porém, maior atenção tem sido dada à investigação e à alta tecnologia do que as ações práticas nos locais de trabalho da maioria das pessoas. A aplicação de princípios ergonômicos alcançou somente um número limitado de postos, a despeito de seu grande potencial para melhorar as condições de trabalho e a produtividade. Consequentemente, há um enorme vazio na aplicação da ergonomia aos locais de trabalho de diferentes setores e países, tal como mostram inúmeras informações sobre acidentes no trabalho, enfermidades profissionais, grandes acidentes na indústria e condições insatisfatórias. (FUNDACENTRO, 2001).

Os ambientes de trabalho nas minas vêm sofrendo mudanças e melhorias na sua concepção, inclusive no Brasil, principalmente devido à evolução da consciência de empregadores, empregados, sindicatos e legisladores, com o desenvolvimento de leis mais rígidas e específicas para o setor, e investimentos reais em segurança do trabalho, procurando adequar o ambiente e o trabalho, principalmente o subterrâneo, às normas estabelecidas de segurança e saúde do trabalho.

No Brasil, pode-se citar como exemplo a reestruturação da NR 22 (1999) do Ministério do Trabalho e Emprego – MTE –, em outubro de 1999, quando foi criada uma norma específica para os trabalhos de mineração intitulada de Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração, que, na sua concepção, já faz referência à ergonomia e à organização do trabalho, mesmo de forma tímida, no Programa de Gerenciamento de Riscos – PGR.

As descrições sobre as mudanças em ambientes de trabalho são validadas por Joy (2004), James (2009) e McPhee (2009) os quais, por sua vez, descrevem que nos últimos anos houve melhorias nos ambientes de trabalho nas minas subterrâneas.

Porém, apesar do aparecimento de normas, diretrizes e propostas de melhorias para os ambientes e trabalhos de mineração nos últimos anos e da conscientização dos setores envolvidos na segurança dos trabalhos mineiros, elas ainda não são satisfatórias, principalmente pelos relatos e estatísticas apresentadas pela OIT (2009), MPAS, MTE, (DHILLON, 2010), (IBRAM, 2008), (HOMER, 2009) e (GRAYSON et al., 2009), em que a mineração figura ainda entre as atividades que mais causam acidentes, mortes e doenças ocupacionais no mundo.

Diante deste cenário, as indagações de Raman (2005) tornam-se pertinentes nos seguintes questionamentos: será que estamos a fazer o suficiente na área de segurança de mina subterrânea? Se a resposta é sim, por que razão os resultados não se refletem nas estatísticas? Quais os indicadores temos para nos assegurar de que aquilo que fazemos não é apenas adequado, mas também eficaz? Por último, o que mais podemos fazer para implantar a filosofia da melhoria contínua e aprender com a experiência de outras indústrias de alto risco?

Desta forma, em função do ambiente da mineração subterrânea apresentar um conjunto de condições adversas aos trabalhadores do ponto de vista da segurança do trabalho e manter altos índices de acidentes e doenças ocupacionais, o tema da pesquisa torna-se importante porque propõe a aplicação dos princípios ergonômicos nas minas subterrâneas através de um SGSST.

O objetivo desta aplicação é humanizar o ambiente, reduzir acidentes e doenças do trabalho e, conseqüentemente, melhorar a produtividade.

Em consonância com o tema da pesquisa, a FUNDACENTRO (2001), corroborado por Hendrick (1995), reforça a afirmação alegando que no mundo todo há exemplos de soluções práticas em segurança e saúde do trabalho, baseados em melhorias ergonômicas para situações específicas, as quais incluem desde o desenvolvimento de ferramentas manuais até o desenvolvimento do *design* de postos de trabalho, de locais de serviço e métodos para o trabalho em grupos, aos quais vêm se somar as aplicações ergonômicas desenvolvidas pelos peritos e técnicos no assunto.

Portanto, fica evidente que as melhorias aperfeiçoadas em um nível operacional devem ser levadas ao conhecimento em outros lugares onde melhorias similares também sejam possíveis, como no caso das minerações subterrâneas.

Os comentários de Dul e Weerdmeester (2004), Wisner (1994) e Abrahão et al. (2009) também reforçam a importância da pesquisa, quando descrevem que a ergonomia pode contribuir para solucionar um grande número de problemas sociais, principalmente aqueles relacionados com a segurança e com a saúde do trabalho, além de poder contribuir para a prevenção de erros e de melhoria do desempenho. Analisando os acidentes, pode-se concluir que as causas vão desde erros humanos até o inadequado relacionamento entre o trabalhador e suas tarefas, podendo esta probabilidade ser reduzida se forem consideradas as capacidades e limitações humanas durante o projeto de trabalho e seu ambiente, incluindo equipamentos e tecnologias.

Dentro da atual conjuntura globalizada e competitiva, novos conceitos e posturas são inseridos nas ações e medidas tomadas pelas empresas que desejam manter-se no mercado. Tais conceitos como: sustentabilidade, qualidade de vida, responsabilidade social e ambiental, índice de acidente zero, adequação, entre outros, contribuem para uma nova postura da empresa frente à sociedade e sua missão.

Segundo Tornstrom (2008), uma ferramenta de gestão comumente utilizada hoje em dia é a visualização de índices relativos ao desempenho da produtividade, da qualidade e do custo, que as empresas divulgam nos murais. No entanto, a visualização do estatuto da ergonomia dos locais de trabalho não é comum nem é disponibilizado facilmente. Isto contrasta com os vários estudos mostrando a relação entre ergonomia, qualidade e produtividade.

O trabalho com a ergonomia, muitas vezes, ainda é visto como apenas uma questão de saúde e segurança. Apenas algumas empresas chegaram a um estado no qual a ergonomia constitui uma parte integrante da estratégia global da empresa. (TORNSTROM, 2008).

Comparando os relatos de acidentes em mineração, os problemas de segurança do trabalho e a pequena participação da ergonomia nas atividades de minas subterrâneas, associadas às descrições e às imagens dos ciclos de trabalho de uma mina subterrânea, pode-se concluir que, para este setor, existe uma demanda para desenvolver um trabalho preventivo em segurança e saúde do trabalho.

Esta demanda é caracterizada pela elevada carga de esforço físico, mental e atencional utilizados para desenvolver as atividades subterrâneas, devido ao trabalho pesado e repetitivo, ao ambiente confinado, escuro, úmido e quente e aos riscos de manuseio de explosivos e desmoronamentos. Acredita-se que esta demanda pode ser atendida com ações e melhorias eficientes, eficazes e efetivas, através da incorporação dos princípios da ergonomia na gestão de segurança do trabalho.

Desta forma, entende-se que, através de um modelo de sistema de gestão em segurança e saúde do trabalho que possua os princípios ergonômicos incorporados, definidos e atuantes e que pretenda buscar competitividade, sustentabilidade e melhoria contínua na empresa, a avaliação da segurança e saúde do trabalho nas minas subterrâneas passa a ser um assunto atual e de interesse relevante para a indústria mineral.

Neste contexto, encontra-se a base do tema desta pesquisa, que enxerga a necessidade da incorporação dos princípios da ergonomia nos trabalhos subterrâneos, através de um SGSST como facilitador, para atingir os objetivos da organização e melhorias necessárias no ambiente

de trabalho, com consequente redução de acidentes e doenças ocupacionais, além dos ganhos na produtividade e da humanização dos ambientes.

Portanto, a indústria da mineração subterrânea poderá ser beneficiada com este trabalho, uma vez que os ambientes e as atividades serão avaliados segundo o modelo conceitual proposto, pelos princípios da ergonomia através de um SGSST.

Esta avaliação e seus resultados procurarão, dentro da sistemática gerencial da segurança e saúde do trabalho: conscientizar os trabalhadores, supervisores, gerentes e diretores sobre o ambiente subterrâneo; mapear os riscos através de uma AET; propor recomendações para compra e operação de equipamentos e tecnologias; propor mudanças nas rotinas dos processos; propor novas posturas e comportamentos para os trabalhadores subterrâneos; além de procurar humanizar os ambientes subterrâneos.

Outra contribuição importante deste trabalho refere-se às discussões que foram desenvolvidas sobre a importância do relacionamento entre a ergonomia (física, cognitiva e organizacional) e a segurança e saúde do trabalho no âmbito das minas subterrâneas, que esta pesquisa realizou nas suas diversas formas de manifestação.

1.3 QUESTÕES DA PESQUISA

Frente aos problemas de segurança do trabalho que envolvem as atividades de uma mina subterrânea, foram formuladas as seguintes questões de pesquisa:

- Como a ergonomia física, organizacional e cognitiva pode auxiliar a prevenir riscos, a reduzir acidentes e doenças ocupacionais e a melhorar o ambiente de trabalho nas minas subterrâneas?
- Como os princípios ergonômicos podem ser incorporados a um sistema de gestão de segurança e saúde do trabalho?

1.4 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.4.1 Objetivo geral

Propor um modelo conceitual de sistema de gestão de segurança e saúde do trabalho com os princípios ergonômicos para as minas subterrâneas.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar os critérios de SST utilizados na mineração subterrânea.
- Investigar as principais causas de acidentes e doenças ocupacionais nas minas subterrâneas.
- Investigar as necessidades ergonômicas no ciclo de trabalho de uma mina subterrânea.
- Identificar as estratégias que os mineiros de subsolo desenvolvem mediante as características do ambiente subterrâneo.
- Investigar os principais SGSST utilizados nas minerações subterrâneas.
- Incorporar a um sistema de gestão de segurança e saúde do trabalho os princípios ergonômicos para serem aplicados nos trabalhos de mineração subterrânea

1.5 PRESSUPOSTOS

- Os mineiros atuam em ambientes inadequados, o que aumenta o risco de acidentes de trabalho e de doenças ocupacionais.
- A ausência de medidas ergonômicas nas minas subterrâneas pode ser considerada corresponsável pelos acidentes ocorridos com os trabalhadores e pelas doenças ocupacionais adquiridas por eles.
- A conjunção da ineficiência e ineficácia dos SGSST com a ausência de medidas ergonômicas pode ser considerada como parte importante dos problemas de acidentes e doenças ocupacionais na mineração subterrânea.

- Os princípios ergonômicos podem ser incorporados a todas as fases de um SGSST que seja desenvolvido com base no ciclo da melhoria contínua PDCA.
- A incorporação dos princípios ergonômicos em um SGSST irá trazer uma contribuição na melhoria do ambiente e das condições de segurança e saúde do trabalhador das minas subterrâneas.

1.6 MOTIVAÇÃO

A motivação pessoal para esta pesquisa advém de mais de vinte anos de trabalho, de forma direta e indireta, em minas subterrâneas, como engenheiro de minas, pesquisador e engenheiro de segurança do trabalho, sempre questionando e buscando melhorias para: as modalidades de operação e o ciclo de trabalho nas minas subterrâneas; o ambiente subterrâneo; a segurança dos trabalhadores; os riscos e os acidentes desta atividade.

1.7 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO

Este trabalho envolve somente os trabalhos em minas subterrâneas, as quais, pela sua natureza e tipo de atividades desenvolvidas, implicam altos índices de acidentes, inclusive com mortes.

Desta forma, as demais atividades de mineração como pesquisa mineral, mineração a céu aberto e tratamento de minérios, nas quais também acontecem acidentes e doenças ocupacionais, não foram incluídos no estudo.

No levantamento estatístico de acidentes de trabalho, deve-se considerar as deficiências e o atraso da atualização das informações juntamente com a ausência de detalhamento de características dos tipos e locais de acidentes, que interferem na compilação de dados.

O estudo desenvolvido propôs um modelo conceitual de GSST, com a incorporação dos princípios ergonômicos, para ser aplicado nas minas subterrâneas, mas que não será aplicado neste estudo devido a sua dimensão e necessidade de longo prazo para implantação, associadas a um elevado custo financeiro, envolvendo inclusive decisões da empresa.

Para validação total do modelo conceitual, será necessária uma aplicação contínua e sistemática, de forma a inserir as melhorias, e posteriormente avaliar os efeitos ou as mudanças no ambiente de trabalho e a redução de acidentes, além de outros indicativos.

O estudo de campo realizado teve como objetivo confrontar a prática com os dados da fundamentação teórica, para estruturação do modelo conceitual por meio de observações e análises das operações de minas subterrâneas, para definir como a ergonomia poderia ser incorporada de forma gerencial e estratégica nas etapas de um ciclo de trabalho da mina subterrânea.

1.8 ESTRUTURA DA TESE

O capítulo 1 apresenta as questões introdutórias do trabalho, contendo o contexto da pesquisa, a justificativa da escolha do tema, as questões de pesquisa, os objetivos, os pressupostos, a motivação pessoal e as limitações do estudo.

O capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica. No primeiro momento, descreve-se sobre conceitos, histórico e importância da mineração, para depois fazer menção sobre a mineração no Brasil e fecha-se o primeiro item descrevendo sobre o ambiente, as fases e o tipo de atividade exercida em uma mineração subterrânea. Em um segundo momento, a revisão à literatura descreve sobre ergonomia, aprofundando a sua relação com a segurança do trabalho e a prevenção de riscos. No terceiro momento, são apresentados e discutidos os principais SGSST, seus objetivos, seus requisitos e sua relação com o ciclo PDCA. Finalizando o capítulo, apresenta-se os autores que discutem sobre a participação da ergonomia física, cognitiva e organizacional nas atividades de mineração subterrânea, na busca por fazer uma relação desses temas com os objetivos do estudo.

No capítulo 3, apresenta-se o caminho metodológico do estudo, no qual constam as etapas, as técnicas e os métodos utilizados na pesquisa.

O capítulo 4 corresponde aos resultados qualitativos encontrados na pesquisa de campo confrontados com a revisão da literatura pertinente.

No capítulo 5, o modelo conceitual de GSST para mineração subterrânea, devidamente incorporado com os princípios da ergonomia,

é apresentado e discutido, juntamente com o SGSST OSHAS 18.001 (2007).

O capítulo 6 traz as considerações finais do estudo, recomendações específicas para a situação de trabalho estudada e sugestões para futuras pesquisas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, apresenta-se a fundamentação teórica deste estudo, que está disposta em quatro partes as quais serviram de embasamento, juntamente com o estudo de campo, para a construção do modelo conceitual proposto nesta tese. Portanto, a fundamentação teórica está dividida da seguinte forma:

- Mineração: conceitos, histórico e importância;
- Ergonomia e segurança do trabalho;
- Sistemas de gestão de segurança e saúde do trabalho;
- A participação da ergonomia nas atividades de mineração subterrânea.

2.1 MINERAÇÃO: CONCEITOS, HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA

Neste item, faz-se uma abordagem sobre a mineração, apresentando inicialmente uma discussão sobre os principais conceitos, tipos e fases de um projeto de mineração, além da sua importância para a sociedade. No subitem 2.1.1, são apresentados aspectos da mineração no Brasil e, concluindo este item, o subitem 2.1.2 apresenta um conjunto de informações sobre as minas subterrâneas, destacando seus ambientes, suas etapas e seus modos de trabalho, além dos principais equipamentos utilizados nos trabalhos subterrâneos. O objetivo deste item é destacar o relacionamento da mineração com o desenvolvimento de uma sociedade e como os trabalhos são desenvolvidos dentro de uma mina subterrânea.

Segundo a classificação internacional adotada pela Organização das Nações Unidas – ONU –, a mineração é definida como sendo a extração, a elaboração e o beneficiamento de minerais que se encontram em estado natural: sólido, como o carvão e outros; líquido, como o petróleo bruto; e gasoso, como o gás natural. Esta aceção mais abrangente inclui a exploração das minas subterrâneas e de superfície (ditas a céu aberto), as pedreiras e os poços, incluindo-se aí todas as atividades complementares para preparar e beneficiar minérios em geral, na condição de torná-los comercializáveis sem provocar alteração, em caráter irreversível, na sua condição primária.

De um modo genérico, pode-se definir mineração como a extração de minerais existentes nas rochas e/ou no solo. Trata-se de uma atividade de natureza fundamentalmente econômica que também é referida, num sentido lato, como indústria extrativa mineral ou indústria de produtos minerais (BARSA, 2000).

Avaliando as definições sobre mineração, observa-se uma tendência de traduzir esta atividade apenas como sinônimo de extração de minério, não considerando as outras fases do trabalho, não distinguindo critérios ou cuidados com o meio ambiente, com a segurança do trabalho e com a comunidade detentora dos recursos minerais.

Para atender melhor a toda a cadeia do setor mineral, o Departamento Nacional da Produção Mineral (2002) ampliou o conceito de indústria mineral, incluindo a pesquisa e a comercialização mineral.

Portanto, segundo o DNPM (2002), a indústria da mineração é aquela que abrange os trabalhos de pesquisa mineral, a extração de minério a céu aberto e no subsolo, o beneficiamento de minérios, a distribuição e a comercialização de bens minerais.

A pesquisa mineral, conforme Maranhão (1983), está ligada aos trabalhos geológicos de identificação, quantificação e qualificação dos depósitos minerais para se transformarem em jazida.

Para efeito do DNPM (2002), entende-se por jazida toda massa individualizada de substância mineral ou fóssil, aflorante ou existente no interior da terra, e que tenha valor econômico, e por mina, a jazida em lavra, ainda que temporariamente suspensa.

As minas a céu aberto e subterrâneas abrangem as áreas a céu aberto e subterrâneas, respectivamente, sobre as quais se desenvolvem as operações de lavra, que, segundo o DNPM (2002), são o conjunto de operações coordenadas objetivando o aproveitamento industrial da jazida até o seu beneficiamento, inclusive. Também estão incluídas nestas referências as máquinas, os equipamentos, os acessórios, as instalações e as obras civis utilizados nas atividades.

Por beneficiamento ou tratamento mineral, Luz et al. (2004) descrevem como sendo todas as operações de britagem, moagem, classificação, concentrações e operações auxiliares, com objetivo de separar ou concentrar a parte útil do minério, denominada de mineral minério, visando a atender às necessidades industriais ou humanas.

Desta forma, pode-se resumir as fases principais de um projeto de mineração através dos seguintes itens:

- 1 – pesquisa mineral (relativa à descoberta de recursos minerais);
- 2 – prospecção mineral (relativa às questões de qualificação e quantificação dos recursos minerais para se tornarem jazidas);
- 3 – extração, exploração ou lavra de minas (relativa às fases de produção, podendo, a depender das características da jazida, ser a céu aberto ou subterrânea);
- 4 – tratamento do minério (relativo às fases de beneficiamento do minério para atender às exigências do mercado).

Os conceitos utilizados nesta pesquisa sobre mineração serão aqueles desenvolvidos e validados pelo DNPM (2002), principalmente pela distinção que ele faz sobre as principais fases desta atividade e pela abordagem industrial deferida.

No contexto de um projeto de mineração, a terceira fase, mais especificamente os trabalhos em minas subterrâneas, foi escolhida como tema da pesquisa pelo seu grande potencial de riscos de acidentes e pela carência de trabalhos ergonômicos afirmada por diversos autores e instituições, como Dhillon (2010), Homer (2009), Grayson et al. (2009), McPhee (2004), Schutte (2005), Plamodon et al. (2006), James (2009), OIT (2009), IBRAM (2008), Faria (2008), McPhee (2004) e Nascimento (2009).

A mineração é um dos setores básicos da economia do país, contribuindo de forma decisiva para o bem-estar e para a melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações, sendo fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade equânime, desde que seja operada com responsabilidade social, estando sempre presentes os preceitos do desenvolvimento sustentável (FARIAS, 2002). Não se pode deixar de incluir neste contexto as questões ligadas ao meio ambiente, à segurança e à saúde dos trabalhadores.

Candia et al. (2009) consideram que a mineração é vital para muitos países e compreende o aproveitamento de minerais metálicos, não metálicos e combustíveis. Os autores também consideram que o uso extensivo de matérias-primas minerais envolve sua aplicação na geração de energia elétrica, produção de cimento, aço, fertilizantes, materiais de construção, asfalto, produtos medicinais, entre outros.

De acordo com Farias (2002), na Conferência Rio + 10, realizada no ano de 2002, em Johannesburgo, em várias partes de seu documento final, assinado por todos os países presentes, a mineração foi considerada como uma atividade fundamental para o desenvolvimento econômico e social de muitos países, tendo em vista que os minerais são essenciais para a vida moderna.

Possivelmente duas das mais antigas atividades econômico-financeiras exercidas pelo ser humano, a extração e o aproveitamento dos recursos minerais continua sendo um fator preponderante na vida das pessoas (DHILLON, 2010).

Para Gripp (2007), Coordenador do Colegiado do Curso de Engenharia de Minas da Universidade Federal de Minas Gerais, “a mineração não pode mais ser dissociada da vida humana e, portanto, cabe aos profissionais e às empresas uma atuação em consonância com o meio ambiente”. Esta consonância, por sua vez, também deve ser estendida à segurança e à saúde dos trabalhadores deste setor.

Se não houver a atividade de mineração, a civilização humana acaba imediatamente. Ela é visível e há a presença fundamental dos recursos minerais em tudo o que o ser humano faz ou consome. Tudo esbarra na mineração: “desde as embalagens de alimentos aos chips do computador”. “Por isto, por causa dessa importância quase infinita, a mineração tem que ser observada do ponto de vista da sua própria necessidade e deve-se assimilá-la da melhor forma com relação aos cuidados com o meio ambiente” (GRIPP, 2007). E também com a segurança e com a saúde das pessoas que nelas trabalham.

Em relação à importância da mineração, à sua ligação com o meio ambiente e à segurança dos trabalhadores, o pensamento do Instituto Brasileiro de Mineração – IBRAM –, apresentado a seguir, reflete bem os objetivos e as necessidades de uma boa prática de trabalho para as empresas mineradoras.

Minerar, sim, pois os bens minerais são essenciais à qualidade de vida almejada pela humanidade e à sua própria sobrevivência: mas fazê-lo com permanente atenção e todo cuidado no que respeita à qualidade de vida, ao meio ambiente, à segurança e saúde ocupacional dos trabalhadores e às necessidades das gerações futuras. (IBRAM, 2002).

2.1.1 A Mineração no Brasil

Segundo Neves e Silva (2007), a indústria extrativa mineral brasileira é bastante diversificada. Há pelo menos 55 minerais sendo explotados (lavrados ou extraídos) atualmente no Brasil, cada qual com uma dinâmica de mercado específica e singular.

O subsolo brasileiro possui importantes depósitos minerais. Partes dessas reservas são consideradas expressivas quando relacionadas mundialmente, ressaltando-se a posição do nióbio (92%), minério de ferro (20%), tantalita (22%), manganês (19%), alumínio e amianto (11%), grafita (19%), magnesita (9%), caulim (8%) e, ainda, rochas ornamentais, talco e vermiculita, com cerca de 5% (BARRETO, 2001).

Sabe-se que a mineração foi historicamente relevante como fator de atração de contingentes populacionais para a ocupação do interior do território brasileiro e, ainda hoje, é um vetor importante para o desenvolvimento regional. Dada a rigidez locacional que a caracteriza, seu impacto econômico cresce na medida em que são identificadas minas em regiões de baixa densidade demográfica, com atividades produtivas pouco diversificadas (NEVES; SILVA, 2007).

Por este motivo, a história do Brasil tem uma relação direta com a exploração dos bens minerais, que sempre contribuíram com importantes atributos para a economia nacional, fazendo parte da ocupação territorial e da própria história da nação.

A mineração brasileira teve, em 2006, mais um ano de ótimo desempenho. O efeito do forte crescimento da demanda mundial e do aumento dos preços internacionais de minérios seriam as principais variáveis explicativas para a elevação de 8,2% da produção, quando comparado com o ano de 2005. Nos últimos cinco anos, obteve-se um crescimento médio de 8,1%. A balança comercial de minérios e seus concentrados, classificados como bens primários, exclusive petróleo e gás natural, continuou a registrar saldos favoráveis em 2006. O superávit somou US\$ 1,75 bilhão em 2001 e passou para US\$ 6,5 bilhões em 2006, atingindo crescimento médio anual de 30,1%, resultado conseguido graças à alta de preços dos minérios provocada pela forte demanda mundial, em especial a proveniente da China. A participação da mineração nas exportações brasileiras passou de 6,0% para 8,0% no mesmo período (NEVES; SILVA, 2007).

Segundo o DNPM (2007), no Anuário Mineral Brasileiro relativo ao ano de 2006, havia no Brasil 2.641 minas. Deste total, 130 minas eram de grande porte, 625 de médio porte e 1.886 de pequeno porte, ou 71,4% do total. Operam, na modalidade a céu aberto, 2.597 minas, 41 minas operam na modalidade subterrânea e 3 operam de forma mista, ou seja, parte a céu aberto e parte subterrânea.

O Brasil não é um país com tradição em mineração subterrânea, como o Canadá, a Austrália, os Estados Unidos, a China e outros na Comunidade Europeia. Daí o fato da pouca quantidade de operações mineiras subterrâneas.

O subsolo brasileiro ainda é pouco conhecido, com elevado potencial, e também não foi desenvolvida tecnologia nacional para trabalhos em minas profundas, sendo estes os principais fatores do Brasil não ocupar uma posição de destaque no cenário internacional de mineração subterrânea. Acredita-se que este cenário vai mudar nos próximos anos, com o destino de mais recursos para a pesquisa mineral do subsolo brasileiro e o desenvolvimento de tecnologias de mineração subterrânea, em função do crescimento da demanda mundial por produtos minerais, especialmente na China, refletido de forma direta na mineração, por ser uma indústria de base.

2.1.2 Caracterização da mineração subterrânea: desenvolvimento e métodos de lavra

Uma mina subterrânea produtiva necessita de um complexo sistema de escavações que envolvem poços, rampas, galerias, chaminés, locais de apoio, silos, casa de máquinas, subestação elétrica e hidráulica e frentes de lavra cuidadosamente planejados (ATLAS COPCO, 2010), (THOMAS, 1979), (HARTMAN; MUTMANSKY, 2002). A Figura 1 a seguir ilustra as principais instalações de um sistema deste tipo.

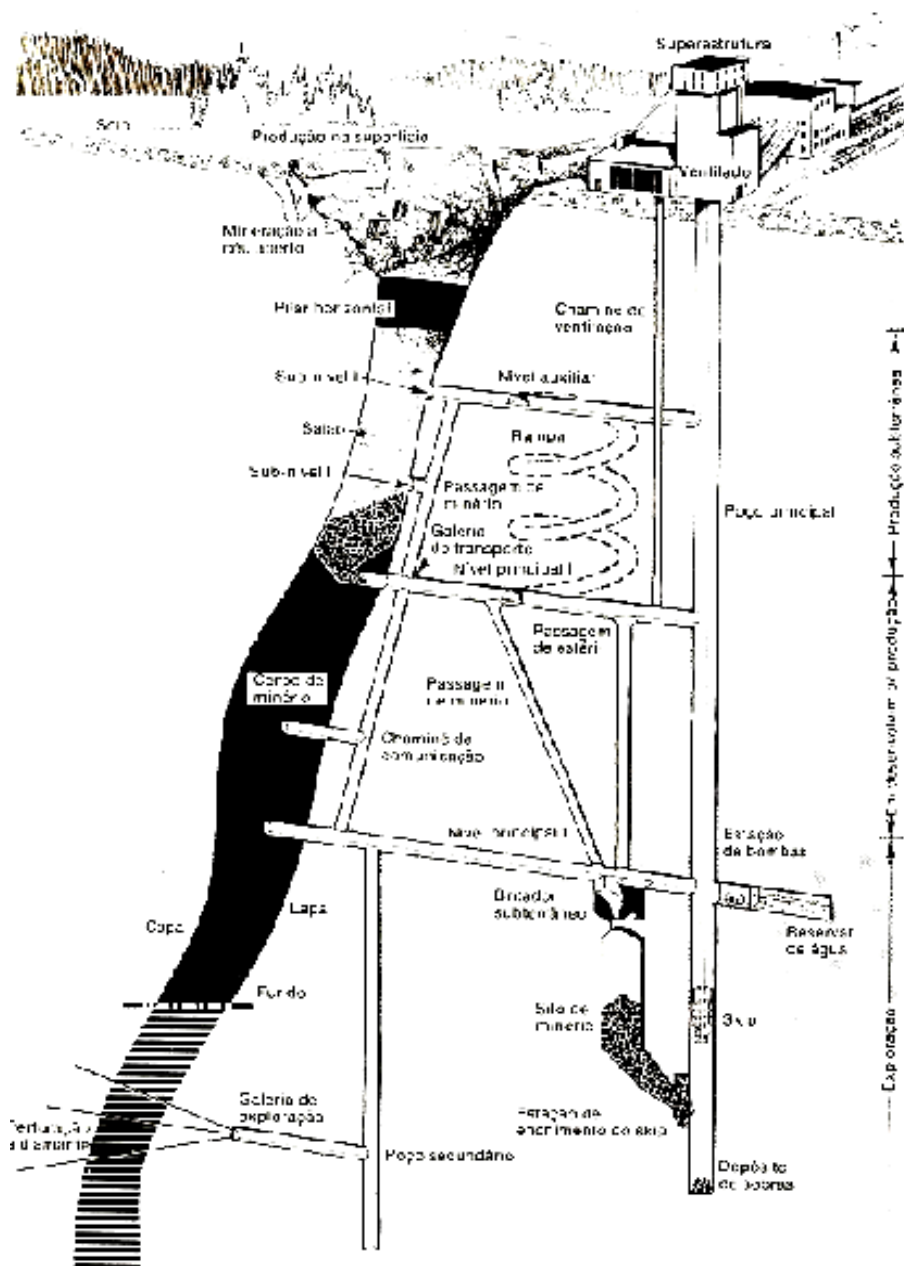


Figura 1 : Instalações de uma mina subterrânea.
Fonte: Atlas Copco (2010).

Em relação às instalações de uma mina subterrânea, as diversas vias de acesso e deslocamento no interior da rocha podem ser agrupadas em quatro tipos distintos, que são: poços, rampas, galerias e chaminés.

Apresenta-se a seguir, de acordo com o Atlas Copco (2010) e Hustrulid (2001), as descrições, funções e características destes acessos:

- Poços

O principal objetivo de um poço em uma mina subterrânea é proporcionar o acesso ou permitir o contato da superfície com as instalações subterrâneas. A ligação pode então ser utilizada para içar o material estéril e o minério, para transportar pessoal ou materiais e para ventilação da mina.

A escavação de um poço é uma fase relativamente complicada no desenvolvimento de uma mina, tanto no equipamento necessário como na natureza do trabalho em si, pelos elevados riscos de acidentes. A escavação de um poço requer guinchos especiais e plataformas de trabalho.

- Rampas

As rampas são atualmente bastante comuns nas minas subterrâneas, correspondendo a uma tendência bastante nítida de utilização de equipamento sobre pneus nas suas dependências.

As rampas, a exemplo das chaminés e dos poços, têm por função, muitas das vezes, propiciar uma ligação entre dois níveis diferentes, ou entre a superfície e o subsolo. A inclinação das rampas situa-se normalmente em torno de 14%, o que torna possível a utilização de equipamentos sobre pneus, capazes de proporcionar um avanço rápido, fácil e seguro.

- Galerias

Numa mina subterrânea, as galerias horizontais são utilizadas para diversos fins: desenvolvimento do sistema de avanço, investigação, transporte, entre outros. As secções transversais podem variar de 4 m² até 20 m², dependendo do objetivo e da produção da mina. A forma da secção é retangular ou varia desde a forma de arco até a forma circular, dependendo das condições do maciço rochoso e das condições de estabilidade necessárias.

As galerias de menor secção são perfuradas com perfuratrizes manuais, equipadas com avanços pneumáticos. Nas galerias de secção média, podem ser utilizados braços hidráulicos leves do tipo rotativo.

Braços hidráulicos pesados, montados sobre jumbos, são normalmente empregados na escavação de galerias de grande secção transversal, embora não exista uma regra fixa para tal. O equipamento de perfuração deve ser selecionado de acordo com as condições do interior da galeria, pois, geralmente, existem outros equipamentos em operação.

Nas galerias estreitas, carregadeiras sobre trilhos são usualmente utilizadas para a remoção do material desmontado. Em galerias de maior secção transversal, são utilizadas carregadeiras tipo LHD sobre pneus ou outros equipamentos.

- Chaminés

As chaminés das minas subterrâneas permitem a conexão entre os diferentes níveis horizontais, sendo utilizadas como passagem de minério e material estéril, para transporte de pessoal, como condutor de ventilação e para iniciar o desmonte de painéis de alguns tipos de lavra.

A inclinação das chaminés normalmente varia da posição vertical até 55°. Uma inclinação inferior torna bastante difícil a remoção do material do interior da chaminé. A secção transversal situa-se normalmente entre 4 m² e 6 m², sendo seu formato quadrado, retangular ou circular.

São utilizados vários métodos de trabalho para abrir uma chaminé, mas o mais usual não é mecanizado.

Os métodos mecanizados tornam os trabalhos de escavação tanto mais simples como seguros. O comprimento total da chaminé pode, entretanto, introduzir algumas limitações.

O trabalho de planeamento de uma mina subterrânea pode ser decomposto em duas partes, dependendo do seu objetivo: o planeamento geral, que depende da forma do corpo mineral, da sua profundidade e do desenho da mina, e o planeamento específico, referente ao método de lavra.

Os métodos de lavra são classificados, segundo a Atlas Copco (2010), Thomas (1979), Hartman e Mutmanský (2002) e Hustrulid (2001), nos seguintes tipos:

- Métodos com sustentação própria:
 - *Room and pillar*;
 - *Sublevel stoping*;
 - *Long hole stoping*.
- Métodos com enchimento:
 - *Cut and fill*;
 - *Shrinkage*.
 - *Squerra set stoping*;

- *Stull stoping*.
- Métodos com abatimento:
 - *Sublevel caving*;
 - *Blok caving*;
 - *Long wall*;
 - *Top slicing*.

Para aplicar um método de lavra subterrânea a uma jazida pesquisada, dentre os apresentados anteriormente, deve-se considerar os seguintes fatores: tamanho da jazida, forma da jazida, profundidade da jazida, teor do minério e estabilidade das rochas.

Neste contexto, pode-se observar que, embora existam diversos tipos de metodologias de lavra, elas sempre obedecem ao ciclo básico de uma mina subterrânea, que é: perfuração, desmonte, abatimento de choco, carregamento e transporte, contenção da mina e equipagem da frente de trabalho.

Dentre os métodos de lavra subterrânea existentes, os abordados nesta pesquisa foram: *room and pillar*, *cut and fill* e *sublevel stoping*, que, segundo Atlas Copco (2010), Thomas (1979) e Hartman e Mutmanský (2002) e Hustrulid (2001), podem ser definidos de acordo com o apresentado a seguir.

- Método de lavra por *room and pillar* (método de lavra por câmara e pilares)

No método de lavra por câmaras e pilares, o minério é escavado o mais amplamente possível, deixando-se apenas pilares para suportar o teto e as paredes da mina. Nestas circunstâncias, as dimensões das câmaras e dos pilares dependem da resistência à compressão do minério e das paredes. Também dependem do tamanho do corpo mineralizado e da pressão litostática existente no local. Os pilares são distribuídos regularmente, podendo ter secção circular ou retangular. Por vezes, opta-se por paredes espessas situadas entre as frentes de trabalho para aumentar a segurança do local. O minério existente nos pilares pode ocasionalmente ser extraído na fase de abandono do local, porém como regra geral é considerado perdido.

Este método de desmonte é adotado principalmente quando o corpo de minério se encontra numa posição horizontalizada. O depósito mineral deve ter uma espessura mínima conveniente, e tanto o minério quanto a massa de rocha adjacente necessitam ter elevada resistência à compressão.

As Figuras 2 e 3 a seguir ilustram dois diferentes princípios para este método de lavra.

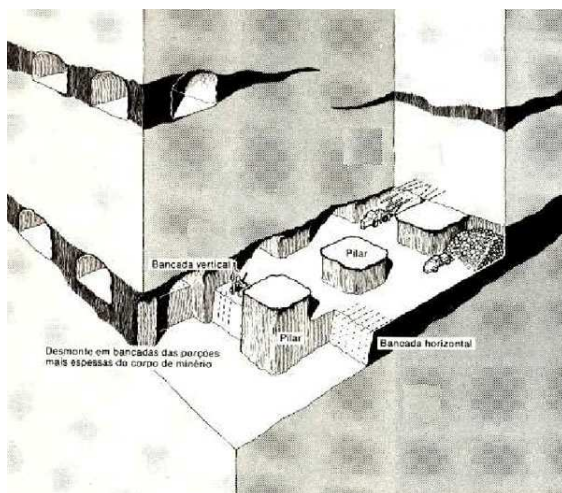


Figura 2: Método de lavra subterrânea câmaras e pilares I.
Fonte: Atlas Copco (2010).

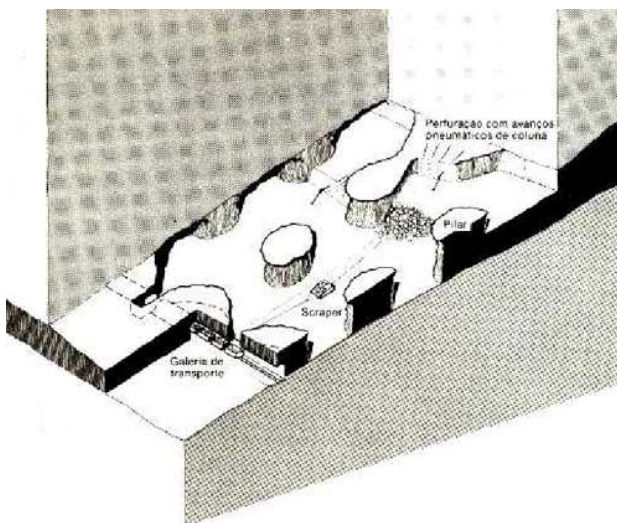


Figura 3: Método de lavra subterrânea câmaras e pilares II.
Fonte: Atlas Copco (2010).

A sistemática apresentada na Figura 2 é usada, em geral, em corpos de minério horizontais, com maiores espessuras. Neste caso, é comum a abertura de câmaras com o piso praticamente horizontal, permitindo desta forma a mecanização das atividades.

O outro princípio mostrado na Figura 3 é aplicado em corpos de minério com uma inclinação mais acentuada, normalmente entre 20% e 30%. O desmonte para lavar o minério é efetuado avançando-se de baixo para cima no interior do corpo mineralizado.

- Método de lavra por *cut and fill* (método de lavra por corte e enchimento)

Em uma lavra com método do tipo corte e enchimento, o minério é trabalhado em fatias horizontais. As operações têm início na parte mais baixa do corpo mineralizado prosseguindo no sentido ascendente. O minério desmontado é transportado para fora do painel de lavra. Quando uma determinada porção de minério já foi retirada, o espaço correspondente ao mesmo é completado com o material de enchimento, que funciona tanto como suporte para as paredes e também como piso, quando os trabalhos continuam na lavra da próxima fatia. A Figura 4 a seguir ilustra o método.

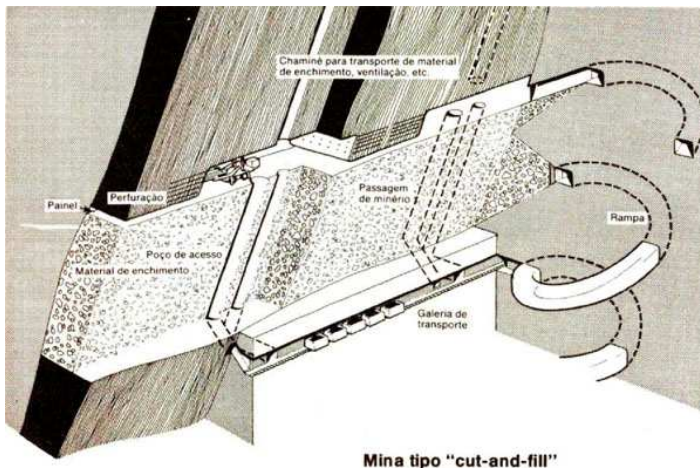


Figura 4: Método de lavra subterrânea corte e enchimento.
Fonte: Atlas Copco (2010).

O material de enchimento consiste em detritos provenientes das escavações efetuadas durante a fase de desenvolvimento da mina, sendo espalhado por meios mecânicos, ou de minério moído ou areia, misturados com água e espalhados por meios hidráulicos.

No processo de enchimento hidráulico, o material é transportado para o interior da mina e distribuído através de uma rede de tubulações. Quando a água é drenada, o resultado é um enchimento de material competente e com uma superfície lisa. Por vezes, o material de enchimento é misturado com cimento, fornecendo desta maneira um suporte adicional para as paredes, além de criar um piso mais rígido e com melhores condições operacionais.

- Método de lavra por *sublevel stoping* (método de lavra por subníveis):

A lavra do tipo subnível é caracterizada pela abertura de grandes painéis, que são deixados vazios ou preenchidos com material estéril após a extração do minério. Estes painéis possuem frequentemente grandes dimensões, especialmente na altura. As paredes não são reforçadas e, no caso de um corpo de minério de grandes proporções, o minério pode ser dividido em diversos painéis menores, nos quais o minério deixado no local serve como pilares verticais.

A perfuração para executar o desmonte é predominantemente efetuada com furos longos, cujo comprimento varia com a espessura do corpo mineralizado, bem como com a distância até a galeria transversal mais próxima. Porém, raramente excede 30 metros.

A remoção do minério desmontado pode ser feito através de carregamento direto no interior de vagonetas e caminhões através de silos, ou com o auxílio de carregadeiras LHD, que retira o material das chaminés e silos e carrega os caminhões.

A Figura 5 a seguir apresenta uma ilustração sobre este método de lavra.

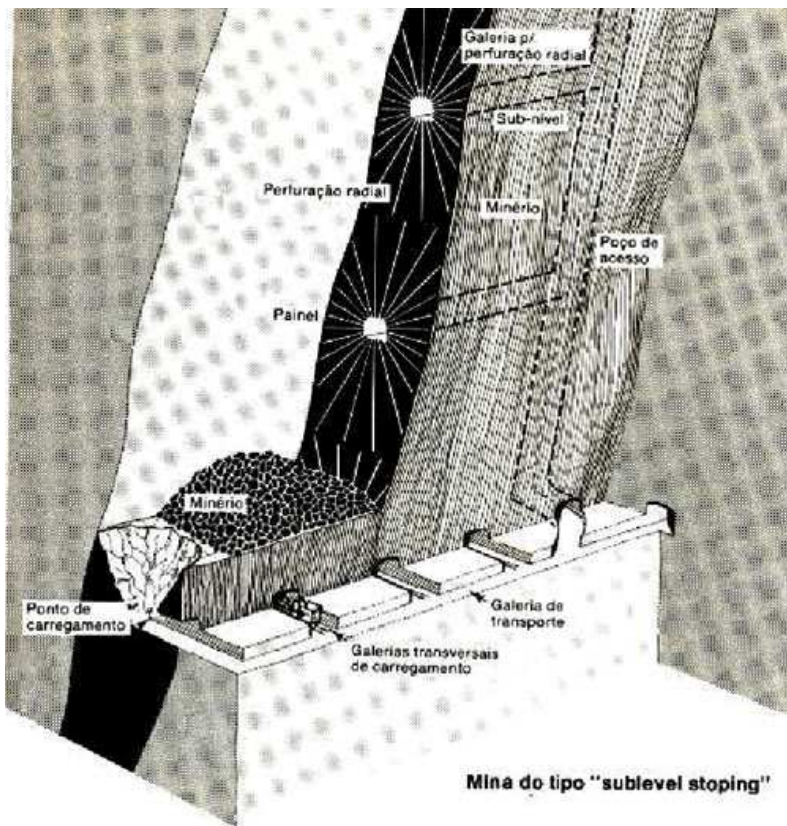


Figura 5: Método de lavra subterrânea por subníveis.

Fonte: Atlas Copco (2010).

2.1.1 Mineração subterrânea: ambiente, fases e tipos de atividade

A mina subterrânea abrange os trabalhos desenvolvidos no seio da terra, seja de forma mecanizada (realizada com equipamentos de perfuração, carga e transporte), semimecanizada ou manual (realizado com ferramentas manuais), estruturada ou informal, caracterizados pela obrigatoriedade da presença do trabalhador no ambiente subterrâneo como forma de promover a abertura da mina e a extração do minério.

Os trabalhos subterrâneos informais são caracterizados pelo não cumprimento das determinações técnicas e principalmente legais em relação à segurança e ambiente do trabalho e são diferentes dos

trabalhos desenvolvidos em minerações estruturadas, principalmente no quesito segurança e saúde do trabalho. Estes últimos possuem minas organizadas e desenvolvem uma lavra social, que, segundo Maia (1979), caracteriza-se por respeitar os recursos minerais procurando obter uma máxima extração do minério disponível, minimizar os impactos ao meio ambiente e zelar pela segurança e saúde do trabalhador.

Já as primeiras não têm preocupações com a segurança do trabalhador, o meio ambiente e o aproveitamento racional do recurso mineral. Esta visão do “ganho fácil” é uma das razões que fazem com que alguns trabalhos subterrâneos sejam descontextualizados dos aspectos básicos de segurança do trabalho, sendo executados de forma rudimentar e às vezes desumana, com mínimas condições ambientais de trabalho (MAIA, 1979).

Donoghue (2004) considera a mineração subterrânea como uma antiga ocupação, há muito reconhecido como sendo árdua e passível de lesões e doenças, que necessitam de avaliações e análises mais aprofundadas em questões que se destinam a cobrir os temas que permanecem mais importantes nas minas de hoje, como: perda auditiva induzida pelo ruído; ergonomia; doenças respiratórias; sistema de segurança do trabalho e gestão do risco.

Os trabalhos em mineração subterrânea operacionalmente estruturada, caracterizados por desenvolver as atividades da mina de forma técnica e legal, procurando minimizar os riscos de acidentes e manter um ambiente de trabalho dentro dos limites toleráveis pela legislação, possuem um ciclo de operações básicas que, segundo Thomas (1979), Hartman e Mutmanský (2002) e Hustrulid (2001), envolvem de forma geral as etapas de perfuração, desmonte, carga e transporte.

Permeando as etapas básicas de produção, os autores também consideram como participante do ciclo as etapas de abatimento de choco, contenção e equipagem da mina. Desta forma, pode-se resumir as etapas do ciclo de operação de uma mina subterrânea com os seguintes itens:

- perfuração da rocha;
- desmonte da rocha (com explosivos ou de forma mecânica);
- abatimento de choco (blocos de rochas semissoltos);
- carregamento e transporte do material desmontado;
- contenção e reforço do teto e das paredes da mina;
- equipagem da mina e frente desmontada.

Na etapa da perfuração da rocha, utilizam-se perfuratrizes manuais ou montadas sobre equipamentos, denominados de **jumbo**, que irão executar os furos na rocha para receber as cargas de explosivos e fazer o seu desmonte, conforme mostram as Figuras 6 e 7. Os furos e as cargas explosivas seguem um projeto denominado de plano de fogo, que, segundo Herrmann (1972) e Roy (2005), é o dimensionamento da quantidade e localização dos furos na mina, bem como as respectivas cargas explosivas e a sequência de iniciação do desmonte.

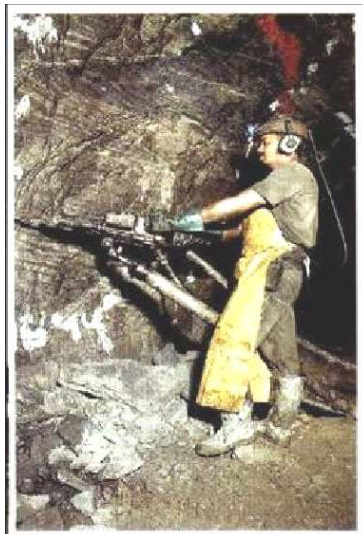


Figura 6: Perfuratriz manual.
Fonte: Acervo pessoal.

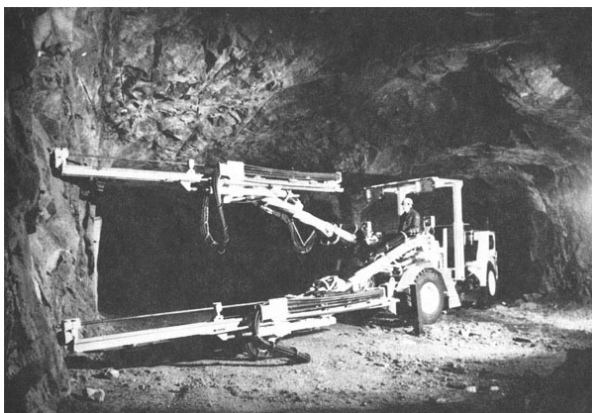


Figura 7: Perfuratriz montada sobre equipamento jumbo de dois braços.
Fonte: Acervo pessoal.

Para realizar o desmonte da rocha com explosivos, é necessário o carregamento dos furos com cargas explosivas dimensionadas, segundo um plano de fogo predefinido (HERRMANN, 1972; ROY, 2005). As Figuras 8 e 9 ilustram estes carregamentos.



Figura 8: Carregamento de explosivos nos furos da rocha de forma pneumática.
Fonte: Acervo pessoal.



Figura 9: Carregamento de explosivos nos furos da rocha de forma manual.

Fonte: Acervo pessoal.

Na etapa de abatimento de chocos, a operação se resume a derrubar os blocos de rocha semissoltos no teto e nas paredes da mina, os quais são responsáveis por grande quantidade de acidentes, inclusive fatais.

Os blocos de rocha semissoltos (chocos) podem ser definidos como fragmentos de rochas fraturadas nos tetos e nas laterais das galerias das minas subterrâneas, com potencial de cair e atingir trabalhadores, resultando frequentemente em lesões fatais em virtude do peso da rocha (TROTTER; KOPESCHNY, 1997).

Segundo Almeida (2004), esta é uma das atividades mais perigosas do trabalho em minas subterrâneas. Este abatimento pode ser feito de forma manual, como mostra a Figura 10, ou de forma mecanizada e mais segura, com auxílio de equipamento especializado denominado *scaler*, que é um equipamento dotado de um braço (lança) móvel e que tem, na sua extremidade, um ponteiro acoplado com mecanismo de vibração, como mostra a Figura 11. A Figura 12 mostra um exemplo de um choco que caiu sobre uma carregadeira LHD (*Load haulp dump*).



Figura 10: Procedimento manual de abatimento de choco.
Fonte: Faria (2008).



Figura 11: Procedimento de abatimento de choco com *scaler*.
Fonte: Ottermann et al. (2002).



Figura 12 : Choco caído sobre uma LHD.
Fonte: Acervo pessoal.

Tatiya (2005) considera que o ciclo de produção (e não o ciclo de trabalho, que ainda falta contenção e equipagem) de uma mina subterrânea é finalizado com as etapas conjugadas de carregamento e transporte, realizados por carregadeiras e caminhões especiais (rebaixados), conforme mostra a Figura 13. Nesta etapa, o material desmontado na frente de trabalho da mina é carregado e transportado seja pelos caminhões ou pelas próprias carregadeiras.

Neste contexto, Foster e Burton (2006), Eger et al. (2004) e Godwin et al. (2007) comentam sobre a postura e a visibilidade dos operadores das carregadeiras utilizadas nas minas subterrâneas tipo LHD, descrevendo sobre a dificuldade dos operadores de ver as pessoas, os objetos ou avaliar os perigos em torno da máquina, devido aos ângulos mortos e à reduzida linha de visão no ambiente subterrâneo.



Figura 13: Etapa de carregamento e transporte do material rochoso desmontado
Fonte: Acervo pessoal.

Após a limpeza do material rochoso desmontado, o ciclo de trabalho é retomado com as etapas de contenção do teto e das paredes e equipagem da mina, formando-se assim o ciclo de trabalho de uma mina subterrânea.

A sustentação do teto e das paredes da mina é feita através de contenções do maciço rochoso com tirantes, concreto, tela, escoramentos em madeira e outros, a depender da situação encontrada, visando a estruturar aquele maciço para melhorar as condições e o ambiente de trabalho. (BROWN; BRADY, 2004; STILLBORG, 1986; SCHACH et al., 1979). As Figuras 14 e 15 apresentam duas situações de contenção de teto e parede.



Figura 14: Contenção do teto e paredes da galeria da mina com tirantes e telas.

Fonte: Acervo pessoal.



Figura 15: Contenção do teto e paredes da mina com madeira.

Fonte: Acervo pessoal.

Após a contenção do teto e das paredes da mina, é realizada a equipagem da frente de trabalho e demais dependências da mina necessitada, que se resume: à montagem da infraestrutura necessária para a continuação dos trabalhos através da montagem das redes de energia, água, ar comprimido; e à ventilação, conforme pode ser visualizado na Figura 16. Estes trabalhos são semelhantes em termos de esforços físicos e de demanda mental aos trabalhos de perfuração de rocha e contenção da mina.



Figura16: Rampa equipada com energia, ar comprimido, ventilação e água.

Fonte: Acervo pessoal.

Durante as operações básicas, existem ainda os trabalhos de engenharia e geologia, incluindo manutenção, drenagem e abastecimento, que acompanham o planejamento, o desenvolvimento e a operação da mina subterrânea.

As Figuras de 6 a 16 retratam um pouco da caracterização dos ambientes e dos trabalhos em minas subterrâneas, mostrando como e onde são desenvolvidas as atividades de perfuração, desmonte, abatimento de choco, carregamento e transporte do minério e material estéril gerados pelo desmonte, contenções do teto e das paredes e equipagem da mina, em consonância com as descrições e os autores citados. Desta forma, pode-se observar, através das Figuras e das

descrições, que o ambiente de trabalho pode ser considerado insalubre e perigoso, exigindo muita atenção, percepção, memória, raciocínio e decisões rápidas, além de esforço físico e posturas inadequadas dos trabalhadores.

O ambiente de uma mina subterrânea não é isolado do ambiente global, sendo composto por ar, água, rochas, vírus, bactérias e homem. A atmosfera subterrânea está composta pelo ar encaminhado para a mina subterrânea de forma natural ou forçado. A hidrosfera subterrânea está representada pelas águas subterrâneas, e a litosfera, pelas rochas, e no caso de aberturas subterrâneas próximas às superfícies, por solos (TORRES; GAMA, 2005).

A ação humana no subsolo, como a abertura e operação de uma mina subterrânea, provocam alterações dos componentes do meio ambiente natural, criando riscos que afetam principalmente as vidas humanas, refletidas em acidentes fatais que ocorrem nas minas subterrâneas no mundo todo. Além das mortes, os trabalhos nas minas subterrâneas podem causar inabilitação física, psíquica e corporal, além de doenças ocupacionais, como pneumoconiose, surdez, desconforto, estresse, entre outras (TORRES; GAMA, 2005).

Uma das principais causas dos acidentes em minas subterrâneas é o desmoronamento de blocos de rocha (chocos), devido às características geomecânicas do maciço rochoso e a perturbação sofrida por ele em função do tipo e volume escavado.

Corroborando o assunto, Faria (2008) descreve que a operação de derrubar rochas instáveis, ou “abatimento de choccos”, em minas subterrâneas constitui uma das atividades mais árduas e perigosas em mineração de subsolo.

Por sua vez, Duzgun e Einstein (2004) afirmam que acidentes causados por queda de rochas provocam, além de lesões, incapacidade e morte de trabalhadores, perdas no tempo de trabalho, quebras de equipamentos e interrupção nas atividades das operações das minerações.

Neste aspecto, Trakofler et al. (2005) comentam que, devido às anomalias geológicas imprevisíveis, o ambiente de trabalho em uma mina subterrânea pode mudar em minutos, e as respostas a tais mudanças requerem experiência, conhecimento e habilidade de tomar decisões rápidas e seguras, sendo estes aspectos objetos de estudo da ergonomia cognitiva.

Dentro do contexto do ambiente de mina subterrânea, os trabalhos das operações básicas descritos anteriormente são desenvolvidos em ambientes particulares, confinados, escuros, úmidos

na maioria dos locais, com ventilação e iluminação forçada (artificial) e riscos de desmoronamento de rochas (chocos), caracterizando um ambiente insalubre e com alto grau de risco ambiental e operacional.

Nos trabalhos informais, estes ambientes são mais afetados do ponto de vista das condições de trabalho, tanto pela ausência de normas básicas de higiene e segurança do trabalho quanto pelo desconhecimento técnico das operações.

Os ambientes e a segurança do trabalho nas minas subterrâneas devem ser melhorados, mesmo nas minas operacionalmente estruturadas, e para isto, os princípios ergonômicos aparecem como um participante importante neste processo.

Esta participação pode vir a desenvolver trabalhos específicos, abordando as questões físicas, cognitivas e organizacionais das minas e trabalhos subterrâneos, na forma de treinamentos, prevenção de riscos, organização e concepções de ambientes de trabalho, projetos de máquinas e seus componentes, entre outros.

2.2 ERGONOMIA E SEGURANÇA DO TRABALHO

Este item e o subitem 2.2.1 apresentam a forma como a ergonomia física, organizacional e cognitiva se relacionam com a segurança e saúde do trabalho, através de discussões das linhas de pensamentos de autores que abordam o tema.

No subitem 2.2.2, seguindo o contexto da pesquisa, são apresentados os levantamentos bibliográficos, as discussões e os questionamentos sobre a participação da ergonomia na prevenção de riscos, através de análise ergonômica do trabalho pautado na NR 17 (1990) e na Diretriz Europeia Nº. 89/391 (1989).

As discussões deste item destacam a forma e o tipo de relacionamento da ergonomia com a segurança do trabalho e a prevenção de riscos. O objetivo é aprofundar e levar estas discussões para as atividades de segurança do trabalho das minas subterrâneas, através de um SGSST.

A IEA (2000) define ergonomia como uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema.

Os domínios de especialização da ergonomia segundo a IEA (2000) são:

- Ergonomia física: está relacionada com as características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica em sua relação a atividade física. Os tópicos relevantes incluem o estudo da postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios músculo-esqueléticos relacionados ao trabalho, projeto de posto de trabalho, segurança e saúde;
- Ergonomia cognitiva: refere-se aos processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio e resposta motora conforme afetem as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema. Os tópicos relevantes incluem o estudo da carga mental de trabalho, tomada de decisão, desempenho especializado, interação entre homem e computador, estresse e treinamento conforme esses se relacionem a projetos envolvendo seres humanos e sistemas;
- Ergonomia organizacional: concerne à otimização dos sistemas sociotécnicos, incluindo suas estruturas organizacionais, políticas e de processos. Os tópicos relevantes incluem comunicações, gerenciamento de recursos dos coletivos de trabalho, projeto de trabalho, organização temporal do trabalho, trabalho em grupo, projeto participativo, novos paradigmas do trabalho, trabalho cooperativo, cultura organizacional, organizações em rede, tele-trabalho e gestão da qualidade.

Na relação da ergonomia com a segurança do trabalho, Wisner (1987) descreve ergonomia como sendo o conjunto dos conhecimentos científicos relacionados ao homem e necessários à concepção de instrumentos, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficácia. O autor também relata sobre a continuidade entre o campo das condições de trabalho e da segurança do trabalho, afirmando sobre a existência de serviços comuns de ergonomia e segurança nas empresas, em que os conhecimentos científicos e a metodologia da ergonomia na análise do trabalho renovaram o estudo dos acidentes e outros aspectos das condições de trabalho.

Neste contexto, Iida (2005), Wisner (1987) e Abrahão et al. (2009) consideram que a contribuição da ergonomia, de acordo com a ocasião em que é feita, classifica-se em concepção, correção,

conscientização e participação, conforme descrições apresentadas a seguir.

- Ergonomia de concepção

Ela ocorre quando a contribuição ergonômica se faz durante o projeto do produto, da máquina, do ambiente ou do sistema. Esta é a melhor situação, pois as alternativas poderão ser amplamente examinadas, mas também se exige maior conhecimento e experiência, porque as decisões são tomadas com base em situações hipotéticas, ainda sem uma existência real. O nível dessas decisões pode ser melhorado, buscando-se informações em situações semelhantes que já existam ou construindo-se modelos tridimensionais de postos de trabalho em madeira ou papelão, nos quais as situações de trabalho podem ser simuladas a custos relativamente baixos. Modernamente, essas situações podem ser simuladas no computador, com uso de modelos virtuais.

- Ergonomia de correção

A ergonomia de correção é aplicada em situações reais, já existentes, para resolver problemas que se refletem na segurança, quantidade e qualidade da produção, resultando em fadiga excessiva, doenças do trabalhador. Muitas vezes, a solução adotada não é completamente satisfatória, pois ela pode exigir custo elevado de implantação. Por exemplo, a substituição de máquinas ou materiais inadequados pode tornar-se muito onerosa. Em alguns casos, certas melhorias, como mudanças de posturas, colocação de dispositivos de segurança e aumento da iluminação podem ser feitas com relativa facilidade enquanto, em outros casos, como as reduções de carga mental ou de ruído, tornam-se difíceis.

- Ergonomia da conscientização

A ergonomia da conscientização procura capacitar os próprios trabalhadores para a identificação e correção dos problemas do dia a dia ou aqueles emergenciais.

Muitas vezes, os problemas ergonômicos não são completamente solucionados, nem na fase de concepção e nem na fase de correção. Além do mais, novos problemas poderão surgir a qualquer momento, devido à própria dinâmica do processo produtivo. Podem ocorrer, por exemplo, desgastes naturais das máquinas e equipamentos, modificações introduzidas pelos serviços de manutenção, alteração dos produtos e da programação da produção, introdução de novos equipamentos,

substituição de trabalhadores e assim por diante. Os imprevistos podem surgir a qualquer momento e os trabalhadores devem estar preparados para enfrentá-los.

Pode-se dizer que o sistema produtivo e os postos de trabalho assemelham-se a organismos vivos em constante transformação e adaptação. Portanto, é importante conscientizar o operador, através de cursos de treinamento e frequentes reciclagens, ensinando-o a trabalhar de forma segura, reconhecendo os fatores de riscos que podem surgir a qualquer momento no ambiente de trabalho. Nesse caso, ele deve saber exatamente qual a providência a ser tomada numa situação de emergência.

Essa conscientização dos trabalhadores nem sempre é feita em termos individuais. Ela pode ser feita coletivamente, em níveis mais amplos, com o envolvimento do sindicato dos trabalhadores, quando o problema afetar a todos.

▪ Ergonomia de participação

A ergonomia de participação procura envolver o próprio usuário do sistema na solução de problemas ergonômicos. Este pode ser o trabalhador, no caso de um posto de trabalho, ou o consumidor, no caso de produtos de consumo. Esse princípio é baseado na crença de que eles possuem um conhecimento prático, cujos detalhes podem passar despercebidos ao analista ou projetista. Além disso, muitos sistemas ou produtos não são operados da forma correta, ou seja, como foi idealizada pelos projetistas.

Enquanto a ergonomia de conscientização procura apenas manter os trabalhadores informados, a de participação envolve aquele de forma mais ativa, na busca da solução para o problema, fazendo a realimentação de informações para as fases de conscientização, correção e concepção, conforme a Figura 17 a seguir.

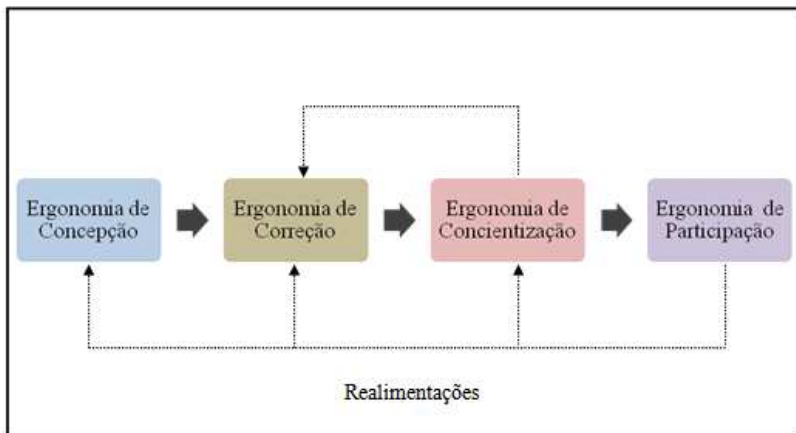


Figura 17: Ocasões da contribuição ergonômica.

Fonte: Iida (2005).

De acordo com Niu (2009), a ergonomia tem sido uma parte importante na segurança do trabalho da OIT e atividades de saúde e é considerado por ele como um campo que integra conhecimentos provenientes das ciências humanas, em particular a anatomia, a fisiologia e a psicologia para atender a postos de trabalho, sistemas, produtos e ambientes para as habilidades físicas e mentais e as limitações dos trabalhadores. O autor salienta que é objetivo da ergonomia otimizar sobretudo o conforto do trabalhador, bem como a sua saúde, segurança e eficiência.

A aplicação dos princípios e das práticas ergonômicas e a implementação de programas de ergonomia obtiveram êxito comprovado na melhora do desempenho, produtividade, competitividade e segurança e saúde na maioria dos setores profissionais. Também pode-se argumentar que, ao longo da história, a prática e a pesquisa científica e aplicações de ergonomia têm tido um impacto benéfico sobre a saúde, segurança e bem-estar da sociedade humana (SMITH, 2009).

Colaborando com este relacionamento e ampliando-o para as questões das limitações do ser humano, Dul e Weerdmeester (2004) descrevem que a ergonomia pode contribuir para solucionar um grande número de problemas sociais, principalmente relacionados com a saúde, segurança, conforto e eficiência, de forma que a probabilidade de ocorrência dos acidentes pode ser reduzida quando se consideram

adequadamente as capacidades e limitações humanas e as características do ambiente durante o projeto do trabalho.

Na visão de Rebelo (2006), a Ergonomia é uma ciência multidisciplinar, pois se fundamenta em diferentes domínios do saber, constituindo uma unidade estrutural que permite estabelecer uma coerência alicerçada nos seus métodos de ação. Esta visão panorâmica possibilita contextualizar o trabalho humano, de modo a encontrar as condições de trabalho que permitam a melhor integração do trabalhador do ponto de vista do conforto e segurança, assim como da confiabilidade e eficiência do sistema produtivo.

Para Falzon (2007), a especificidade da ergonomia reside na sua tensão entre dois objetivos, sendo um centrado na organização, que pode ser apreendida sob diferentes dimensões: eficiência, produtividade, confiabilidade e qualidade; e o outro objetivo é voltado para as pessoas e preocupa-se com segurança, saúde, conforto, facilidade de uso e satisfação.

Nas descrições baseadas na IEA (2000), e em Wisner (1987), Dul e Weerdmeester (2004), Rebelo (2006), Niu (2009), Smith (2009) e Falzon (2007), a abordagem da ergonomia é feita de uma forma ampla dentro da organização, procurando relacionar as questões da ergonomia com o trabalhador de maneira sistêmica, deixando clara a relação com a segurança do trabalho e as possibilidades de melhoria dos ambientes e dos processos de trabalho.

Dentro do contexto das definições abordadas, observa-se um estreito relacionamento conceitual da ergonomia com os preceitos da segurança e saúde do trabalho, tipificada no próprio conceito de ergonomia, que em resumo é fundamentado na relação entre homem, ambiente e trabalho. Este relacionamento conceitual, por sua vez, não é observado na prática dos sistemas gerenciais de segurança do trabalho, principalmente nos trabalhos das minas subterrâneas.

Neste contexto, a ergonomia pode ampliar a sua participação nas ações de segurança do trabalho, tornando-se um recurso importante nos SGSST.

2.2.1 A relação da ergonomia cognitiva com a segurança do trabalho

Considerando a ergonomia cognitiva como uma especialidade da ergonomia, Cañas e Waerns (2001) a definem como uma disciplina científica que estuda os aspectos comportamentais e cognitivos da relação entre o homem e os elementos físicos e sociais do local de

trabalho, principalmente quando esta relação é mediada pelo uso de máquinas ou artefatos. Os artefatos são produtos manufaturados pelo homem com a finalidade de melhorar os aspectos da conduta e operação mental humanas.

A Ergonomia Cognitiva, segundo Abrahão et al. (2005) é um campo de aplicação da ergonomia que tem como objetivo explicitar como se articulam os processos cognitivos face às situações de resolução de problemas nos seus diferentes níveis de complexidade.

Para Vidal (2003), a utilidade da ergonomia cognitiva tem como assunto a mobilização operatória das capacidades mentais do ser humano em situação de trabalho. Este campo da ergonomia tem como programa mínimo: a usabilidade das interfaces; a confiabilidade humana; a otimização na operação; e a formação, o estabelecimento e a manutenção dos locais de trabalho.

A gestão cognitiva dinâmica da atividade, segundo o qual a construção da compreensão pelos operadores, antes e durante a ação realizada, é processo que funciona como importante mecanismo de defesa natural ou ecológica contra agressões no trabalho. A gestão cognitiva da atividade inicia-se antes da ação, mediante plano que permite compreender a tarefa e orienta as ações a serem realizadas (ALMEIDA, 2004).

Neste contexto, Amalberti (2000) parte da ideia de análise ergonômica da atividade e descreve o modelo de gestão cognitiva dinâmica da atividade, em que atribui importância central à gestão psíquica do trabalho com ênfase na ideia de compreensão dos operadores acerca do que está acontecendo e na importância dessa gestão para a confiabilidade e segurança do sistema.

Ao se receber a incumbência de realizar determinada tarefa, com ou sem especificação da maneira de realizá-la, reinterpreta-se o que fazer, considerando, por exemplo, as informações de que se dispõe acerca do contexto, da história do sistema, dos recursos disponíveis e, em especial, daquilo que os operadores sabem que sabem e sabem que não sabem acerca do como fazer a tarefa. Isso significa que escolher fazer exatamente do jeito que se sabe é uma forma de procurar o jeito mais econômico e seguro de fazer, evitando custos externos, por exemplo, aqueles associados a acidentes, e também custos internos, como, por exemplo, o medo de não saber fazer ou de perder o controle daquilo que se está fazendo ou a ansiedade associada com o enfrentamento de incertezas. (AMALBERTI, 2000).

A Ergonomia Cognitiva investiga esses processos para compreender como um indivíduo gerencia o seu trabalho e as

informações disponibilizadas para, assim, aprender a articulação que ele constrói e que o leva a realizar determinada ação.

Neste contexto, os aspectos cognitivos que são ligados à cognição fazem referência à capacidade humana para adquirir, manter e utilizar conhecimentos, informações e aprendizagens, e os processos cognitivos básicos fazem referência à compreensão e à percepção dos estímulos ambientais e a relação entre eles, à tomada de decisões com base em conhecimentos e raciocínios derivados das percepções e a execução de ações coordenadas de ativação, manutenção e controle de comportamentos.

Complementando a linha de pensamento sobre ergonomia cognitiva, Iida (2005) acrescenta que ela se ocupa dos processos mentais, como a percepção, a memória, o raciocínio e as respostas motoras, relacionados com as interações entre as pessoas e outros elementos do sistema, sendo relevantes à carga mental, à tomada de decisões, ao estresse e ao treinamento.

Nas descrições sobre ergonomia cognitiva baseada em Cañas e Waerns (2001), Abrahão et al. (2005), Vidal (2003), Almeida (2004), Amalberti (2000) e Iida (2005), a abordagem da ergonomia cognitiva é vista como parte da ergonomia e é feita procurando relacionar os processos cognitivos básicos com as questões do trabalhador, também de maneira sistêmica, deixando transparecer uma relação com a segurança do trabalho e as possibilidades de melhoria, não só cognitivas, mas também físicas e sociais dos ambientes e processos de trabalho.

Nas definições abordadas, observa-se também um relacionamento conceitual da ergonomia cognitiva com os preceitos de segurança do trabalho, explícita nos termos conforto, segurança e eficácia do trabalho.

2.2.2 A participação da ergonomia na prevenção de riscos

2.2.2.1 AET, prevenção de riscos e segurança do trabalho

A AET é importante para a segurança do trabalho e avaliação de riscos, porque reflete a realidade do trabalho, em que, de acordo com Vidal (2003), as análises ergonômicas são análises quantitativas e qualitativas que permitem a descrição e a interpretação do que acontece na realidade da atividade. Em outra referência a esta relação, Fialho e Santos (1995) entendem que a AET é uma metodologia cuja finalidade é desvendar as diferenças entre os trabalhos formal e real, com a intenção de elaborar recomendações de modificações das condições laborais em

seus pontos críticos evidenciados, de tal modo a possibilitar oportunidades à segurança e à eficácia de trabalhadores e processos, preservando a saúde e o conforto dos indivíduos. Também consideram que a AET se realiza para avaliar o entorno de um posto de trabalho, com vistas a determinar riscos, observar excessos e propor mudanças de melhorias.

Neste contexto, Abrahão et al. (2009) consideram que a abordagem metodológica proposta pela AET é estruturada em várias etapas que se encadeiam com o objetivo de compreender e transformar o trabalho.

Por sua vez, os riscos ocupacionais são definidos, segundo a FUNDACENTRO² (2001), como a probabilidade da ocorrência de um evento, geralmente indesejável. Deriva deste conceito o de risco ocupacional, que é a possibilidade de uma pessoa sofrer determinado dano para a sua saúde em virtude das condições de trabalho. Para qualificar um risco de acordo com a gravidade, avaliam-se conjuntamente a probabilidade de ocorrência do dano e a sua severidade.

Para estudar os riscos, Breviglierio et al. (2006) recomendam que, inicialmente, deve-se fazer um reconhecimento para saber quais os agentes prejudiciais estão presentes no ambiente de trabalho, fazer uma avaliação para saber se existe risco à saúde do trabalhador e adotar as medidas de controle.

A relação dos riscos com a AET é bem caracterizada por Falzon (2007), quando descreve que, para que as condições de exposição aos riscos que surgem através da atividade de trabalho sejam evidenciadas, é necessário mobilizar a AET.

Santos e Santos (2006) fazem referência às questões de análise ergonômica e segurança do trabalho, considerando que a AET consiste em se estudar itens de valor sobre o desempenho global dos sistemas homem e trabalho, qualidade e produtividade e saúde e segurança do trabalho.

A compreensão da relação entre análise ergonômica, segurança e saúde do trabalho são ressaltadas pelas citações de Guérin et al. (2001), quando descrevem que transformar o trabalho é a finalidade primeira da ação ergonômica, sendo esta transformação realizada na forma de contribuição para a concepção de situações de trabalho que não afetem a saúde dos trabalhadores e nas quais estes possam exercer suas competências, valorizando suas capacidades, e que também alcancem os objetivos econômicos determinados pela empresa.

Nestas concepções, a AET se destaca como prevencionista para a segurança e saúde do trabalho, atuando no reconhecimento e na avaliação dos riscos nos ambientes de trabalho, os quais vão sendo identificados ao longo das suas etapas, para posterior análise e tomadas de decisões.

Desta forma, a AET pode conduzir a transformações dos sistemas técnicos, na organização do trabalho e também na organização e gestão da empresa. (WISNER, 1994).

O último passo da AET é a realização do diagnóstico e das recomendações, nos quais são evidenciados os pontos problemáticos e formuladas alterações para melhorar as condições de trabalho, conduzindo, então, para o aumento da produtividade e da qualidade dos produtos e serviços, garantindo a saúde dos trabalhadores. Para Fialho e Santos (1995), “esta fase de elaboração das recomendações é a razão de ser da AET”.

Em função da metodologia de uma AET, fica evidente que, na realização do diagnóstico, as chances de prevenção de riscos à saúde do trabalhador passam a ser maiores, devido ao ambiente de trabalho ter passado por um mapeamento detalhado, envolvendo análises minuciosas das suas características físicas, cognitivas e organizacionais, dos equipamentos e da relação e interação com os trabalhadores. É neste contexto prevencionista que a AET também pode atuar, e não só após a existência de uma demanda. (ARRUDA et al., 2007).

Na visão de Maggi (2006) e Daniellou (2001), existe uma diferença de interpretação e aplicação da análise do trabalho entre países da Comunidade Europeia e no Brasil, principalmente em relação ao direcionamento que é dado pelo Manual de Aplicação da Norma Regulamentadora NR 17 do MTE (2002) no qual, em suma, orienta que a AET deve atuar para atender a uma demanda, ao passo que, no entendimento das diretrizes da Comunidade Europeia, a análise do trabalho é obrigatória e prévia, como forma de prevenir e evitar riscos no ambiente de trabalho.

O trabalho de Gomes (2006) deve ser salientado neste contexto por se diferenciar das alegações do Manual de Aplicação da NR 17, porque descreve o processo de gestão de ergonomia, a montagem do comitê ergonômico, inclusive comentando sobre os procedimentos e resultados das avaliações ergonômicas de concepção, de correção e de conscientização, nas quais foram realizadas análises do trabalho de praticamente todos os postos de trabalho da empresa, não por demanda explícita, mas como forma prevencionista, procurando atuar antecipadamente na avaliação dos riscos.

Também nesta linha prevencionista, Soares (2006) enfatiza sobre a relação do programa de ergonomia com a gestão da segurança do trabalho, procurando mostrar esta importância prevencionista da ergonomia através da análise do trabalho.

No contexto prevencionista, Fernandes (2000) e Souza (2002) consideram que as organizações estão tentando gerenciar suas atividades de modo a antecipar e prevenir circunstâncias que possam resultar em lesão ou doença ocupacional.

2.2.2.2 A análise ergonômica do trabalho segundo a NR 17

A NR 17 (1990) visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente.

As condições de trabalho citadas na NR 17 (1990) incluem aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário, aos equipamentos e às condições ambientais do posto de trabalho e à própria organização do trabalho.

O item 17.1.2 da NR 17 (1990) destaca que “para avaliar a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, cabe ao empregador realizar a AET, devendo ela abordar, no mínimo, as condições de trabalho, conforme estabelecido nesta Norma Regulamentadora”.

Na avaliação de Arruda et al. (2007), fica claro no primeiro instante a obrigatoriedade da AET pelos empregadores, para poder avaliar a adaptação das condições de trabalho aos trabalhadores e suas características. Porém, esta obrigatoriedade começa a ruir a partir do entendimento e das interpretações do Manual de Aplicação da Norma Regulamentadora NR 17 do MTE (2002), que faz um direcionamento sobre a realização da AET, em casos em que houver demanda, para enfocar um problema específico. Desta forma, a AET é descrita apenas como uma forma corretiva de melhorar o ambiente ou posto de trabalho, não sendo considerada como prevencionista de riscos no ambiente de trabalho.

Segundo o Manual de Aplicação da Norma Regulamentadora NR 17 do MTE (2002), a AET é um processo construtivo e participativo para a resolução de um problema complexo que exige o conhecimento das tarefas, da atividade desenvolvida para realizá-las e das dificuldades enfrentadas para se atingirem o desempenho e a produtividade exigidos.

A análise começa por uma demanda que pode ter diversas origens, como saúde, social, legal, entre outras.

O engessamento da AET, aguardando sempre uma demanda para entrar em ação, é questionado por Arruda et al. (2007) nos seguintes itens: por que não elaborar análises ergonômicas do trabalho planejadas de acordo com as atividades da empresa, nos respectivos postos e ambientes de trabalho, procurando se antecipar aos prováveis problemas? Não seria uma forma de prevenção para os trabalhadores? Ou, simplesmente, por que a prevenção não pode ser considerada uma demanda?

Neste contexto, é enriquecedor para a estratégia da empresa conhecer detalhes e características do seu ambiente de trabalho ao mapear seus postos de trabalho, principalmente como forma de alimentar bancos de informações para elaboração de estratégias dos sistemas de gestão de segurança e meio ambiente do trabalho. Estas informações podem ser disponibilizadas através da análise global da empresa e de seus trabalhadores, da definição de situações de trabalho, da descrição de tarefas, da observação das atividades, da elaboração de diagnósticos, da implantação e acompanhamento de mudanças, entre outros, realizadas pela AET antecipada ou preventcionista. (ARRUDA et al., 2007).

2.2.2.3 A relação da Diretriz Europeia Nº 89/391 com a análise do trabalho

A Diretriz Europeia CE Nº 89/391 (1989) possui como objeto orientar e introduzir medidas de incentivo e melhorias na segurança e na saúde dos trabalhadores. Ela contém os princípios gerais a respeito da prevenção de riscos ocupacionais, da proteção da segurança e da saúde, da eliminação de fatores do risco e de acidente, de informar, de consultar, de participação equilibrada de acordo com leis nacionais e/ou práticas e de treinar os trabalhadores e os seus representantes para a execução dos princípios ditos.

Segundo Maggi (2006), por volta do final do século passado, o estudo do trabalho visando ao bem-estar passou a ser objeto de normas da Comunidade Europeia (CE). Descreve ainda o autor que a Diretriz Europeia CE Nº 89/391 (1989), da Comunidade Europeia, prescreve medidas para a tutela da saúde e para a segurança dos trabalhadores, as quais conduzem à consideração da situação global do trabalho desde sua concepção. Dentre as novas prescrições, a análise e a concepção do

trabalho surge como uma das mais notáveis, se não a mais notável, dos conhecimentos e das práticas de intervenção nos locais de trabalho.

Aqui, entende-se que as mudanças na diretriz europeia foram direcionadas para a prevenção, condicionadas por um relacionamento estreito com a análise do trabalho, fato não observado nas Normas Regulamentadoras do MTE.

Maggi (2006), afirma também que “as normas da Comunidade Europeia impõem que sejam tomadas medidas de prevenção que implicam uma análise do trabalho objetivando intervenções repetidas com vistas a melhorar a segurança e a saúde dos trabalhadores”.

Nesta descrição, fica comprovada pelas palavras do autor, a obrigatoriedade da análise do trabalho, com objetivos prevencionistas, de acordo com o que determina a Diretriz Europeia CE Nº 89/391 (1989).

A Diretriz Europeia CE Nº 89/391 (1989) estabelece uma hierarquia entre as medidas a adotar, em termos de princípios gerais de prevenção: sobretudo “evitar os riscos”, em seguida “avaliar os riscos que não podem ser evitados”, “combater os riscos na origem”, entre outros. As medidas de proteção e higiene, a redução da exposição ao risco, o controle sanitário em relação a riscos específicos, em suma, tudo o que tende a proteger o trabalhador em presença de riscos admitidos é subordinado a medidas que buscam evitar os riscos e combater suas origens. Assim, é preciso evidenciar os riscos inerentes a cada configuração de trabalho em relação com os materiais, os instrumentos, as modalidades de execução, etc., e identificar soluções de trabalho alternativas desprovidas de riscos. Emerge daí uma visão da intervenção na qual a análise do trabalho e a concepção do trabalho estão estreitamente correlacionadas à prevenção. (MAGGI, 2006).

Os preceitos citados anteriormente são a base dos sistemas de gerenciamentos de riscos dos principais SGSST. Portanto, é evidente a necessidade da participação dos princípios da ergonomia juntamente com a AET nestes sistemas, como facilitador, para ajudar a combater os riscos dos ambientes de trabalho, promover melhorias nestes ambientes e atingir os objetivos da organização. Estes indícios por si só despertam para a prática da análise do trabalho como medida de prevenção de riscos.

De acordo com Maggi (2006) e a Diretriz Europeia CE Nº 89/391 (1989), a intervenção não pode acontecer a partir de danos verificados, tampouco a partir da exposição a riscos presentes, deve ser o objetivo prioritário de uma prevenção primária, que não deve se apoiar em medidas de proteção dos riscos admitidos, a não ser a título excepcional,

e que pressupõe a capacidade de analisar a situação global do trabalho e de evidenciar entre as escolhas efetuadas os aspectos suscetíveis de engendrar riscos.

A visão de uma prevenção geral, programada e de concepção é afirmada no ponto que prescreve o respeito aos princípios ergonômicos: “adaptar o trabalho ao homem, em particular no que diz respeito à concepção dos postos de trabalho e de produção, tendo em vista principalmente limitar o trabalho monótono e o trabalho cadenciado, e reduzir os efeitos destes sobre a saúde”. (MAGGI, 2006).

Maggi (2006) conclui a abordagem sobre os aspectos prevencionistas da Diretriz Europeia CE Nº 89/391, comentando que esta norma prescreve uma prevenção primária, geral, programada e de concepção, baseada numa avaliação dos riscos que abrange a integralidade das situações de trabalho, o que implica uma capacidade de análise e intervenção tendo em vista o controle da saúde e da segurança dos trabalhadores, bem como uma formação adequada a essa necessidade.

Confrontando as ideias de Maggi (2006) e as orientações do Manual de Aplicação da Norma Regulamentadora NR 17 do MTE (2002), é notória a diferença de aplicação de uma AET nos dois casos. O primeiro afirma a necessidade e a obrigatoriedade de análises de trabalho prévias com objetivos preventivos, e o segundo apenas indica a AET para demandas comprovadas.

2.3 SISTEMAS DE GESTÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO

Em função do tema da pesquisa e da proposta de incorporação dos princípios ergonômicos nos trabalhos de mineração subterrânea através de um SGSST, este item apresenta os principais aspectos dos SGSST, envolvendo conceitos, importância e justificativas para que as empresas os adotem. Dentre os SGSST existentes são destacados a BS 8800 (1996), a OHSAS 18.001 (2007) e o ILO OSH (2001), devido à importância para a pesquisa, os quais são detalhados nos seus princípios, características, objetivos e requisitos para implantação.

Pacheco Júnior et al. (2000) descrevem a gestão com foco na segurança do trabalho como o estabelecimento, distribuição e integração racional dos recursos para que se tenha requisito mínimo para que uma organização conduza e anime as ações, visando a atingir seus objetivos

com base em dados do macro ambiente, ambiente de tarefa e ambiente interno.

Para a OIT (2011), um SGSST é uma ferramenta lógica e flexível, que pode ser adequada à dimensão e à atividade da organização e centrar-se em perigos e riscos de caráter genérico e específico associados à referida atividade.

De acordo com a Norma OHSAS 18.001 (2007), Sistema da Gestão de Segurança e Saúde do Trabalho é:

Aquela parte do sistema de gestão global que facilita o gerenciamento dos riscos de Segurança e Saúde do Trabalho associados aos negócios da organização. Isto inclui a estrutura organizacional, as atividades de planejamento, as responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política de Segurança e Saúde do Trabalho da organização.

Desta forma, gestão da segurança e saúde do trabalho significa obter um sistema de trabalho seguro, considerando os aspectos de saúde e do meio ambiente. Um dos objetivos da gestão de segurança e saúde do trabalho é obter um processo de trabalho seguro, e processos seguros trazem como consequência um melhor ambiente de trabalho, menores índices de acidentes, ambientes confiáveis, menor absenteísmo do pessoal e, como resultado, menos interrupções e maior produtividade. (ARRUDA, 2006).

Uma visão mais estratégica da segurança do trabalho é abordada por Lapa (2006), principalmente quando ele considera a gestão de segurança e saúde ocupacional, através da garantia da integridade física e da saúde dos funcionários, como fator de desempenho que deve ser incorporado à gestão do negócio empresarial.

Corroborando a questão de gestão de segurança do trabalho na mineração, a OIT (2011) descreve que a indústria mineira é de risco elevado, na qual o SGSST, com a sua abordagem coerente, progressiva e lógica, pode constituir uma ferramenta eficaz na redução de acidentes e doenças ocupacionais neste setor.

Neste contexto, Tavares Júnior (2001) considera que o novo cenário de competição exerce uma pressão constante sobre as empresas, exigindo delas uma adequação ao ritmo imposto pelo mercado, tanto no nível estratégico quanto nos níveis gerencial e operacional. Esta nova

conjuntura traz em seu conteúdo a preocupação com o meio ambiente e com a saúde e segurança do trabalho, avaliando o desempenho global da empresa frente à variável ambiental, à qualidade e à saúde e segurança do trabalho.

Desta forma, a segurança do trabalho também está sendo considerada como peça importante no cenário competitivo da sobrevivência empresarial, como importante indicador de desempenho da organização.

Em termos de resultados e existência de um SGSST, Barreiros (2002) considera que a existência deles é parte necessária para alcançar melhorias no desempenho da SST, entretanto, sua existência necessita ser permanentemente confrontada com a realidade, a fim de que seus limites sejam perfeitamente compreendidos. Conclui o autor que, apesar de sua existência, os resultados podem não ser alcançados quando somente visões reducionistas da problemática da SST estiverem incorporadas ao modelo definido.

Barreiros (2000) comenta sobre a existência de três elementos para a manutenção de um SGSST visando à melhoria contínua das organizações:

- Estabelecimento de uma filosofia organizacional de compromisso e comprometimento da alta direção com o sistema de gestão e segurança do trabalho;
- Criação de uma sistemática de participação e responsabilidade dos empregados e gestores;
- Incorporação do SGSST à cultura organizacional.

As três proposições são igualmente importantes para a segurança do trabalho nas minas subterrâneas, porém, pode-se destacar a terceira como a mais relevante para esta pesquisa, fazendo uma ampliação do item para considerar também os princípios ergonômicos inseridos no sistema de gestão de segurança e saúde do trabalho.

Segundo a APAU (1992), existem diversos fatores que justificam uma empresa ter um SGSST, citando entre eles:

- Redução dos acidentes de trabalho e das doenças profissionais;
- Redução de custos com acidentes e doenças profissionais;
- Maior rigor no cumprimento da legislação de segurança e saúde;
- Melhorias das condições nos ambientes de trabalho;
- Melhorias das relações trabalhistas;
- Melhoria da qualidade e produtividade;

- Melhoria da imagem pública da empresa.

Fatureto (2000), por sua vez, destaca os benefícios esperados com a implantação de um SGSST, citando como principais:

- Redução nas perdas e nos custos de produção, sem afetar lucros;
- Aperfeiçoamento da gerência de riscos;
- Melhoria da imagem pública da empresa e da motivação dos empregados;
- Redução de custos com acidentes e doenças profissionais;
- Maior rigor no cumprimento da legislação de segurança e saúde;
- Melhorias das condições de segurança e saúde;
- Introdução de sistemática de técnicas de análise de acidentes, incidentes, danos nas propriedades e perdas no processo industrial;
- Valorização da implantação do sistema de gestão e saúde;
- Melhorias da qualidade e produtividade;
- Implantação de procedimentos operacionais padrão e de práticas seguras de prevenção no trabalho.

Os benefícios descritos em APAU (1992) e Fatureto (2000) apresentam fortes justificativas para as empresas de modo geral e, no caso específico das de mineração subterrânea, programarem e manterem um SGSST, visando a vários aspectos de melhorias no ambiente de trabalho, à segurança do trabalhador e também à sobrevivência da empresa no mundo globalizado.

Os autores também são unânimes quanto aos diversos aspectos de melhorias que estes sistemas podem trazer, mas não são ditadas as determinações de como estas melhorias vão ser abordadas. Neste contexto, acredita-se ser de relevante importância à participação da ergonomia nestes sistemas, visando a desencadear um relacionamento estreito, principalmente porque possuem objetivos comuns.

Os guias, normas e diretrizes para elaborar sistemas de gestão de segurança e saúde do trabalho e doenças ocupacionais atualmente mais difundidos e com maior poder de abrangência são a BS 8800 (1996), a OHSAS 18001 (2007) e a ILO OSH (2001). Desta forma, eles serão abordados neste estudo, principalmente nos seus preceitos e características. Benite (2004) destaca que além destes sistemas existem outros, com diferentes conteúdos, mas que não possuem uma abrangência internacional, única, e que permitam a certificação dos

SGSST, são heterogêneos e possuem pouca credibilidade pelas partes interessadas.

A BS 8800 (1996), norma britânica editada pela BSI – *British Standards Institution* –, fornece orientação sobre SGSST, para encorajar a conformidade com as políticas e objetivos declarados de SST, e sobre como a SST deve ser integrada ao sistema global de gestão da organização.

A OHSAS 18.001 (2007) é uma norma cujo objetivo é fornecer às organizações as diretrizes de um SGSST eficaz, passível de integração com outros sistemas de gestão (qualidade e meio ambiente, principalmente), de forma a auxiliá-las a alcançarem seus objetivos de segurança e saúde ocupacional. Ela define os requisitos de um SGSST, tendo sido redigida de forma a se aplicar a todos os tipos e portes de empresas, e para se adequar a diferentes condições geográficas, culturais e sociais.

O guia ILO OSH (2001) foi elaborado pela OIT com a cooperação da Associação Internacional de Higiene no Trabalho (AIHT) e sem a participação da Isso, apresentando como principais características:

- é compatível com outras normas de qualidade, ambiental e de segurança do trabalho (ISO, BS, OHSAS), encorajando a integração dos sistemas de gestão;
- exige um grande envolvimento e participação dos trabalhadores nas definições de políticas, metas, controles etc;
- não objetiva substituir legislações e regulamentações nacionais;
- possui valor tripartite: governo, empresas e trabalhadores;
- não foi criada com intuito de ser utilizada como referência para certificação, mas não elimina esta hipótese.

A BS 8800 (1996) é uma norma reconhecida mundialmente para a implantação de um sistema eficaz de gerenciamento das questões relacionadas à prevenção de acidentes e doenças ocupacionais. Deve-se ressaltar que a norma BS 8800 (1996) não é uma norma de especificações, e sim um guia de implantação e uso, que fornece um sistema de gestão pró-ativo e elementos que podem ser integrados com outros sistemas gerenciais para auxiliá-los a melhorar o desempenho na área de SSO.

Os principais objetivos da norma BS 8800 (1996) são:

- assegurar conformidade com a política de segurança e saúde ocupacional;
- minimizar riscos aos funcionários e a outras partes interessadas;
- melhorar o desempenho empresarial;
- estabelecer uma imagem responsável no mercado.

Neste contexto, o modelo da BS 8800 (1996) estabelece, portanto, uma estrutura a respeito da segurança e saúde no trabalho, orientando as empresas e a forma de gerenciamento de suas atividades, de modo a antecipar e a prevenir situações que possam causar acidente ou doenças ocupacionais (FERNANDES, 2000) e (SOUZA, 2002).

De acordo com a Norma OHSAS 18.001 (2007), SGSST é aquela parte do sistema de gestão global que facilita o gerenciamento dos riscos de segurança e saúde no trabalho associados aos negócios da organização. Isto inclui a estrutura organizacional, as atividades de planejamento, as responsabilidades, as práticas, os procedimentos, os processos e os recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política de segurança e saúde do trabalho da organização.

Para a norma OHSAS 18.001 (2007), a melhoria contínua visa a atingir o desempenho global da saúde e segurança no trabalho na organização através de uma política de segurança e saúde do trabalho, um planejamento, uma implementação e uma operação adequados, para que seja desenvolvida a verificação, ações corretivas e uma análise crítica pela administração.

Em relação aos preceitos de um sistema de gestão de segurança do trabalho, a BS 8800 (1996) coloca que a organização deve definir a sua política de segurança e saúde ocupacional, considerando como compromissos os seguintes aspectos mínimos:

- reconhecer a segurança e saúde ocupacional como parte integral do seu desempenho de negócios;
- obter elevado nível de desempenho de segurança e saúde ocupacional, com o atendimento aos requisitos legais como o mínimo, e ao contínuo aperfeiçoamento, com economicidade, do desempenho;
- proporcionar recursos adequados e apropriados ao implemento da política;
- estabelecer e publicar os objetivos de segurança e saúde ocupacional, ainda que por meio apenas de boletins internos;

- colocar o gerenciamento de segurança e saúde ocupacional como uma responsabilidade primordial da gerência de linha, do executivo hierarquicamente mais alto ao nível de supervisão;
- assegurar a sua compreensão, implementação e manutenção em todos os níveis na organização;
- promover o envolvimento e interesse dos empregados a fim de obter compromissos com a política e sua implementação;
- revisar periodicamente a política, o sistema de gerenciamento e de auditoria do cumprimento daquela;
- assegurar que os empregados, em todos os níveis, recebam treinamento apropriado e sejam competentes para executar suas tarefas e responsabilidades.

A norma OHSAS 18.001 (2007) também destaca a necessidade da existência de uma política de SST, autorizada pela alta administração da organização, que estabeleça claramente os objetivos globais de segurança e saúde e o comprometimento para melhorar o desempenho da SST. Os principais requisitos que esta política deve ter são:

- ser apropriada à natureza e à escala dos riscos de SST da organização;
- incluir o comprometimento com a melhoria contínua;
- incluir o comprometimento com o atendimento, pelo menos, à legislação vigente de segurança e medicina do trabalho aplicável e a outros requisitos subscritos pela organização;
- ser documentada, implementada e mantida;
- ser comunicada a todos os funcionários, com o objetivo de que eles tenham conhecimento de suas obrigações individuais em relação à SST;
- esteja disponível para as partes interessadas; e
- seja periodicamente analisada criticamente, para assegurar que ela permanece pertinente e apropriada à organização.

O guia ILO OSH (2001), por sua vez, propõe uma série de requisitos para compor um SGSST na organização com os seguintes elementos:

- política de segurança e saúde;
- participação do trabalhador;
- responsabilidade e prestação de contas;
- competência e treinamento;
- documentação do sistema de gestão de SSO;

- comunicação;
- análise crítica inicial;
- planejamento, desenvolvimento e implementação do sistema;
- objetivos de segurança e saúde;
- prevenção de perigos e medidas de controle;
- gerenciamento de mudanças;
- prevenção de emergência, preparação e respostas;
- compras;
- contratação;
- medição e monitoramento de desempenho;
- investigação, lesões relacionadas ao trabalho, problemas de saúde, doenças e incidentes e seus impactos no desempenho em segurança e saúde;
- auditoria;
- análise crítica pela administração;
- ações preventivas e corretivas;
- melhoria contínua.

Observando-se as estruturas das diretrizes da BS 8800 (1996), OHSAS 18001 (2007) e ILO OSH (2001), pode-se constatar uma similaridade entre elas por terem sido desenvolvidas com base no ciclo PDCA, ou seja, possuem inserido na sua estrutura o princípio da melhoria contínua, conforme mostram as Figuras 18, 19, 20 e 21 a seguir.

De acordo com Deming (1990), o ciclo PDCA foi desenvolvido por Walter A. Shewart na década de 1920, mas começou a ser conhecido como ciclo de Deming em 1950, por ter sido amplamente difundido por ele. É uma técnica simples que visa ao controle do processo, podendo ser usado de forma contínua para o gerenciamento das atividades de uma organização.

O ciclo PDCA é um método que visa a controlar e a conseguir resultados eficazes e confiáveis nas atividades de uma organização. É um eficiente modo de apresentar uma melhoria no processo. Padroniza as informações do controle da qualidade, evita erros lógicos nas análises e torna as informações mais compreensíveis. Pode também ser usado para facilitar a transição para o estilo de administração direcionada para melhoria contínua. Este ciclo está composto em quatro fases básicas: planejar, executar, verificar e atuar corretivamente.

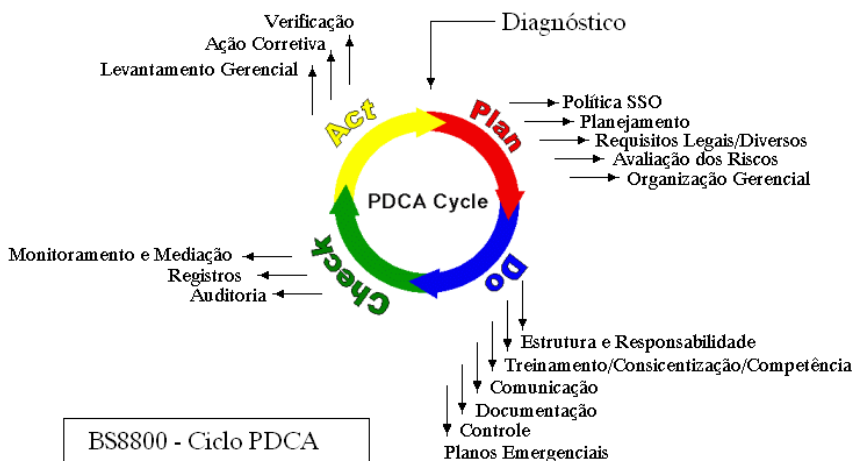


Figura 18: Estrutura do BS 8800 (1996) inserida no ciclo PDCA .

Fonte: BS 8800 (1996).

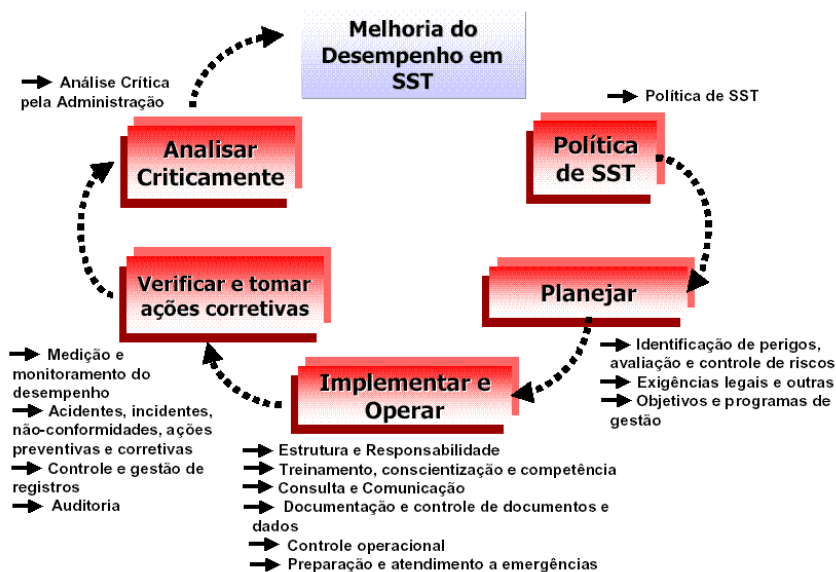


Figura 19: Estrutura da norma OHSAS 18.001 (2007) inserida no ciclo PDCA .

Fonte: OHSAS 18.001(2007).



Figura 20: Estrutura do guia ILO-OSH (2001) inserida no ciclo PDCA
Fonte: ILO-OSH (2001).

CICLO PDCA

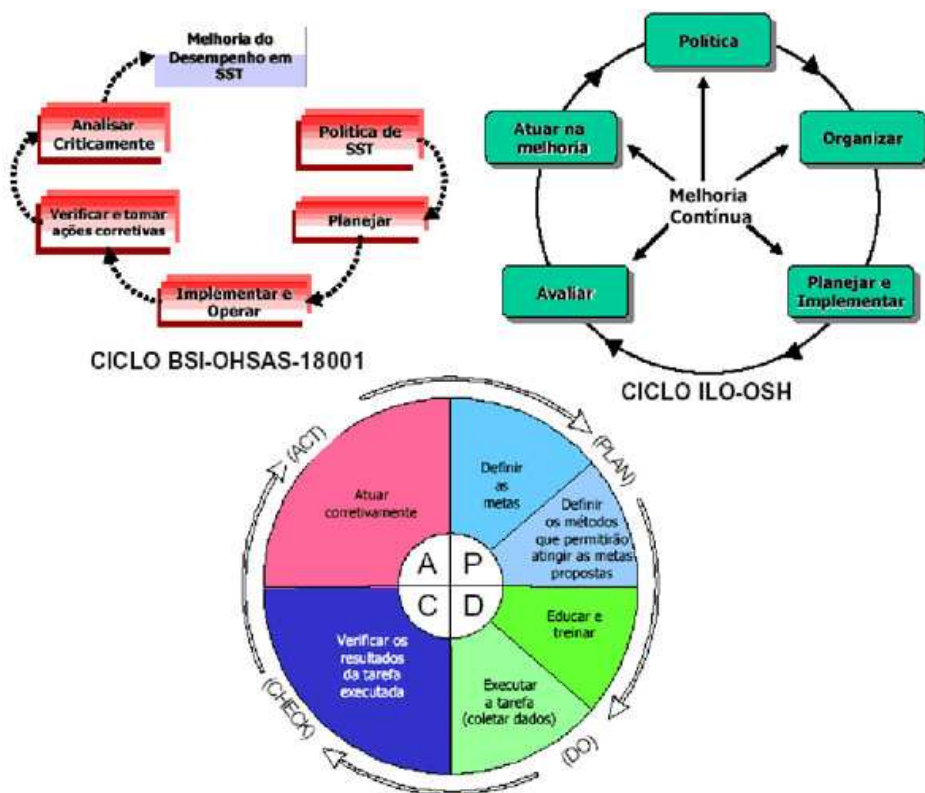


Figura 21: Similaridade entre o ciclo PDCA, OHSAS 18001(2007) e ILO-OSH (2001).

Fonte: Benite (2004).

Benite (2004) considera que os requisitos estabelecidos pelas normas BS 8800 (1996) e OHSAS 18.001 (2007) e pelo guia ILO OSH (2001) devem ser entendidos como boas práticas de administração voltadas para a melhoria de desempenho em SST, trazendo resultados positivos para a empresa.

Analisando os preceitos e as principais características dos SGSST, entende-se que é possível a participação dos princípios da ergonomia nestes sistemas, como facilitador, para atingir os objetivos da organização e as melhorias necessárias no ambiente e na segurança e saúde do trabalhador.

2.4 A PARTICIPAÇÃO DA ERGONOMIA NAS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO SUBTERRÂNEA

Finalizando o referencial teórico, este item apresenta uma coletânea dos tipos e modalidades de trabalhos encontrados envolvendo a participação da ergonomia física, cognitiva e organizacional nos trabalhos de mineração subterrânea.

Este item apresenta os autores que discutem parte do tema da pesquisa e, ao mesmo tempo, mostra a participação restrita da ergonomia nas minas subterrâneas, limitada a trabalhos isolados sobre algumas atividades.

A contribuição da ergonomia nos trabalhos de mina subterrânea é incipiente, como já discutida e relacionada, e está condicionada a áreas e postos específicos de trabalho no subsolo, não existindo, dentro do universo pesquisado, nenhuma participação ergonômica com foco nos SGSST das minas subterrâneas.

Corroborando McPhee (2004), Schutte (2005) descreve que a ergonomia é aplicada em uma escala limitada na indústria mineira da África do Sul, apesar do fato de que as aplicações dos princípios ergonômicos podem dar contribuições significativas para a gestão dos riscos e da segurança e saúde ocupacional.

McPhee (2009) destaca que a Austrália tem feito progressos constantes na petição da ergonomia na mineração nos últimos dez anos. No entanto, destaca que ainda há uma falta de compreensão sobre a contribuição da ergonomia no projeto organizacional e de gestão, na gama de fatores que inclui estes projetos e como eles poderiam ser abordados de forma sistemática.

A complexa interação entre fatores psicossociais e físicos no desenvolvimento de doenças relacionadas ao trabalho é um prejuízo que depende cada vez mais dos gestores e formuladores de políticas. Para evitar estas condições, é necessário que a ergonomia evolua e se torne mais integrada aos sistemas de gestão global de trabalho. (McPHEE, 2009).

Corroborando as questões da participação da ergonomia nos trabalhos de mineração subterrânea e segurança do trabalho, James (2009) apresenta as seguintes considerações:

- O acompanhamento do desempenho de projetos para mineração nas áreas de ergonomia e redução de riscos de segurança tem sido insatisfatório, e as iniciativas estão ineficazes;

- Na África do Sul, a indústria de mineração abrange uma grande variedade de operações, que vão desde grandes minas sofisticadas e profundas (mineração em profundidades superiores a 3.500 m) até minas informais, as quais apresentam, como único desafio em termos de segurança dos trabalhadores, a aplicação prática da ergonomia;
- A falta de aplicação de segurança de base e princípios ergonômicos continua a ser preocupante;
- Os locais de trabalho continuam longe do ideal, com muitos casos de trabalho em más condições;
- Embora a indústria de mineração pareça estar empenhada em aliviar muitos desses problemas, ainda há muito trabalho a ser feito para implantar e avaliar as questões de segurança e ergonomia;
- A segurança é geralmente considerada como um importante avaliador de projetos, mas a ergonomia básica está aplicada somente a uma extensão muito limitada na área de mineração,
- Um dos principais obstáculos tem sido a falta de estrutura e coordenação de esforços para aplicar a ergonomia e, como resultado, nenhuma estratégia para a implementação dos programas tem sido implantada nas minas;
- A aplicação dos princípios de ergonomia pode desempenhar um papel importante na redução dos perigos nos locais de trabalho e pode melhorar o projeto de trabalho que beneficiará os trabalhadores de todas as idades e níveis de experiência.

Desta forma, os principais trabalhos disponibilizados estão relacionados às áreas de:

- vibração no corpo, assentos e análises de postura em equipamentos;
- envelhecimento dos trabalhadores e fadiga mental;
- manuseio de materiais e cargas;
- treinamentos específicos para trabalhadores de mina subterrânea;
- estresse nas atividades de resgate e salvamento de acidentes e incêndios.

Não foi encontrado nesta pesquisa nenhum trabalho relacionado às atividades de desmonte de rochas por explosivos e de abatimento de choccos, consideradas atividades de alto risco, responsáveis pela grande

maioria dos acidentes e que demandam uma elevada carga física e mental, grande percepção e tomadas de decisões rápidas e seguras.

A participação da ergonomia na mineração subterrânea é motivo de preocupação, cabendo investigação e discussão maiores, principalmente porque os benefícios da aplicação desta disciplina no âmbito dos trabalhos de mineração subterrânea são necessários como forma de desenvolver um ambiente mais seguro e consequentemente mais produtivo.

Em relação a projetos de assentos e análises de vibração para equipamento de mineração subterrânea, Mayton et al. (2003) e Kittusamy (2005) descrevem que os equipamentos de carga e transporte em minas subterrâneas expõem os indivíduos à vibração no corpo inteiro. Apesar da exposição aos choques mecânicos afetar a saúde, a segurança e o conforto do trabalhador, bem como a sua eficiência e o seu desempenho, por muitos anos os projetos de assentos não eram prioridade nos projetos dos veículos. Nesta ótica, os pesquisadores conduziram um estudo para comparar projetos de assentos convencionais com projetos de assentos ergonômicos da *National Institute Occupational Safety and Health* – NIOSH – (que contém espuma viscoelástica, sustentação lombar ajustável, ajuste de posição e inclinação, entre outros) em equipamentos de mineração subterrânea. O resultado do estudo, como era de se esperar, comprovou a melhoria em termos de redução de vibração e choque no corpo, além de um maior conforto e ajuste do corpo ao assento.

Em relação à postura exigida para os operadores de carregadeiras tipo LHD, Godwin et al. (2007) descrevem que elas são estáticas em longos intervalos de tempos e que expõem os trabalhadores a riscos na mineração subterrânea.

Godwin et al. (2007) também relatam em seu trabalho que a maioria dos operadores de máquinas de mineração subterrânea concordam que é inaceitável a postura do pescoço e tronco, além de ter que se adaptarem para melhor visualizar as áreas críticas das galerias das minas, quando operam uma carregadeira tipo LHD. Os autores contextualizam que os estudos biomecânicos ocupacionais e profissionais da ergonomia argumentam que os mecanismos que levam à dor lombar e ferimentos no pescoço são devidos ao posicionamento exigido pelo equipamento LHD.

Sobre a atuação dos operadores de LHD, Godwin et al. (2007), Eger et al. (2004) e Burton e Foster (2006) descrevem que, para melhor desenvolver seus trabalhos, os operadores frequentemente conduzem os seus veículos bi-direcionais perto do lado mais próximo da parede da

galeria da mina subterrânea e adotam uma postura que inclui torção de tronco e pescoço, acompanhadas de flexão ou extensão do tronco em uma tentativa de obter uma clara linha de visada.

Em relação à idade dos trabalhadores no setor mineral, a ergonomia aparece citada por Trakofler et al. (2005) através da apresentação dos problemas do envelhecimento físico e cognitivo dos trabalhadores da indústria da mineração relacionados com a segurança do trabalho. O estudo discute a integração destes conhecimentos nos projetos apropriados de segurança do trabalho, propondo recomendações preliminares dirigidas às considerações de segurança para os trabalhadores mais velhos da indústria da mineração. Descrevem, como vantagens da idade mais elevada, a experiência adquirida e as percepções desenvolvidas neste ambiente particular e, como desvantagens, os problemas músculo-esqueléticos e o aumento do tempo das respostas para resolver problemas. Alertam para as questões de experiência, tomada de decisões, treinamento e conhecimentos que as novas gerações de trabalhadores deste setor devem desenvolver e alcançar para substituir as que irão aposentar-se.

Outro aspecto abordado nos trabalhos da ergonomia para a mineração subterrânea são as propostas e procedimentos para manuseio manual de cargas e materiais nas minas. Nesta abordagem, Stewart et al. (2005) e Limerick et al. (2007) comentam que a manipulação de materiais em minas subterrâneas continua a ser a categoria com maior potencial de acidentes e ferimentos e que a mecanização e o treinamento da atividade do trabalhador são dois métodos que podem ajudar a impedir estes acontecimentos. Os autores também descrevem sobre os diversos procedimentos e as soluções de segurança para minas subterrâneas, com vistas a mostrar maneiras seguras e inseguras de executar tarefas de manuseio manual de materiais.

Ainda com referência ao manuseio manual de cargas, Plamondon et al. (2006) descrevem que existe uma escassez de estudos incidindo sobre o manuseio e sobre o levantamento das hastes das perfuratrizes das minas. Também comentam os autores que a perfuração da rocha é uma tarefa pesada e repetitiva, que tem sido identificada como tendo uma taxa relativamente alta de incidência e gravidade das lesões músculo-esqueléticas dos trabalhadores da mineração.

A ergonomia organizacional aparece nas questões de treinamentos específicos para os trabalhadores de mina subterrânea, podendo-se ressaltar o trabalho do grupo NIOSH intitulado de “Segurança e saúde para uma força de trabalho em desenvolvimento: uma visão geral da indústria de mineração”. (TRAKOFLER² et al.,

2004). Este estudo sugere que, para alcançar êxito, o treinamento dos trabalhadores das minas subterrâneas sejam desenvolvidos com base nas necessidades educacionais do trabalhador e com recursos audiovisuais. Sugerem também usar a experiência dos trabalhadores mais velhos como ferramenta importante na condução do treinamento dos trabalhadores mais novos, inclusive fazendo uso da figura do apadrinhamento dos trabalhadores mais novos ou aprendizes pelos trabalhadores mais velhos e experientes.

Outra referência aos treinamentos para a mineração é apresentada por Trakofler³ et al. (2003), que descrevem sobre a aplicação de uma intervenção no treinamento que use imagens degradadas (de acidentes ocorridos) para melhorar as habilidades de cognição do perigo dos mineiros. O método descrito no trabalho é desenvolvido segundo a identificação dos princípios psicológicos fundamentais na percepção que pode ser empregada para realçar a habilidade dos mineiros de reconhecer e responder aos perigos em seu ambiente perigoso de trabalho. Os dados coletados em um período de três anos mostraram que os ferimentos com perda de tempo em minas do Alabama e em Illinois reduziram logo depois que a intervenção do treinamento foi instituída.

Segundo McPhee (2004), atualmente as questões ergonômicas físicas e cognitivas de fadiga e estresse estão recebendo mais atenção na indústria da mineração, mas ainda longe de atender às necessidades, principalmente porque onde as demandas do trabalho excedem a capacidade do indivíduo, começam a transparecer os erros, a fadiga e o estresse, e conseqüentemente o aparecimento dos ferimentos e acidentes. A autora também considera que, do mesmo modo que a capacidade física, as habilidades sensoriais, de percepção e cognitivas declinam com a idade, principalmente quando são colocadas demandas novas e diferentes para os trabalhadores das minerações subterrâneas.

A fadiga e as questões relacionadas à atenção nos trabalhos subterrâneos são observadas no trabalho de Donoghue (2004), no qual ele comenta que, como a maior parte das minas subterrâneas funciona 24 horas por dia, 7 dias por semana, em regime de turnos, a fadiga em relação aos turnos tem sido objeto de considerável investigação nas minerações, porque criam deficiências no dormir, causando perturbações no desempenho do sistema cognitivo e motor, principalmente entre os motoristas. Para melhorar estas questões, o controle remoto de equipamentos móveis em mineração subterrânea vem sendo introduzido, para reduzir o risco de lesões fatais por quedas de blocos de rocha. Isso tem exigido mais dos trabalhadores sobre as questões cognitivas.

No contexto da fadiga relacionada com o sono, Ferguson et al. (2010) descrevem que o tempo de sono obtido entre os turnos de trabalho é influenciado por inúmeros fatores, incluindo a duração do trabalho e de descanso, o calendário do período de relativo repouso para o ciclo circadiano endógeno e as escolhas pessoais sobre o uso do tempo de trabalho. Desta forma, foi feita uma avaliação com mineiros do subsolo, concluindo que a avaliação das anotações de fadiga subjetiva mostrou que o sono associado com as folgas e os turnos da noite tinham um valor maior do que a recuperação do sono associado com turnos diurnos.

Existem também estudos do estresse com a mineração, destacado aqui pela pesquisa de Varley (2004), que apresenta um trabalho conduzido pelo estudo da exposição ao estresse do calor dos trabalhadores responsáveis pelo resgate e salvamento de pessoas em situações de incêndios nas minas subterrâneas. Neste ambiente, os trabalhadores da brigada de salvamento de mina enfrentam cargas de calor extremas, respiram por instrumentos e atuam em ambientes quentes e mal ventilados, aliada a esses fatores a dificuldade de ficar sem beber líquido por longos períodos de tempo. Esta atividade requer muita habilidade e potencial para controlar o fogo e a ventilação da mina, porque quando combinados aumentam o risco de doenças provocadas pelo calor durante uma emergência. O autor cita também que, na maioria destas tragédias envolvendo resgates de incêndios, o resultado da extrema exposição ao estresse do calor ocorre durante todo o trabalho de salvamento na mina.

Ainda em relação ao estresse e incêndio em mina subterrânea, Trakofler⁴ et al. (2003) descrevem o papel do estresse no julgamento e na tomada de decisão. Discutem sobre o relacionamento entre o treinamento precedente e o desempenho sob circunstâncias de alto estresse no comportamento humano em incêndios de minas subterrâneas. As autoras afirmam que o estresse é um dos fatores responsáveis pelas decisões em situações de vida ou morte. Sugerem que uma melhor compreensão das atividades individuais, do julgamento e da tomada de decisão sob o estresse são características que um trabalhador deve desenvolver para compor a equipe de brigada de incêndio e resgate.

Este capítulo apresentou a fundamentação teórica sobre os temas mineração subterrânea, gestão de segurança do trabalho e ergonomia, e mostrou como eles se relacionam e atuam entre si. Este capítulo foi a base para construção do modelo conceitual proposto no capítulo 5.

Esta fundamentação buscou subsídios para traçar o perfil do ambiente de trabalho nas minas subterrâneas, principalmente fazendo referências aos acidentes e às questões de segurança e saúde do trabalhador.

No próximo capítulo, apresentam-se os fundamentos metodológicos da pesquisa, discutindo como ela foi delineada, caracterizada e conduzida.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos da pesquisa que foram realizados neste estudo.

Os primeiros itens deste capítulo apresentam o delineamento da pesquisa, a caracterização dos trabalhadores e da empresa onde foi desenvolvido o estudo de campo, além dos aspectos éticos da pesquisa de campo.

Na sequência, são apresentadas as etapas da metodologia utilizada para atender aos objetivos do estudo e fechando este capítulo apresenta-se os métodos, as técnicas e os procedimentos desta pesquisa, incluindo uma abordagem sobre o tratamento dos dados.

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A pesquisa foi qualitativa do tipo exploratória pautada na pesquisa bibliográfica e em um estudo de campo. A fase exploratória permitiu conhecer o ambiente, as etapas do ciclo de trabalho de uma mina subterrânea e os fatores que representam riscos de acidentes e doenças ocupacionais para os mineiros do subsolo.

De acordo com Lakatos e Marconi (2007), o estudo qualitativo é rico em dados descritivos, tem um plano aberto e flexível e focaliza a realidade de forma complexa e contextualizada. A metodologia qualitativa preocupa-se com analisar e interpretar aspectos mais profundos e descreve a complexidade do comportamento humano. Fornece análise mais detalhada sobre investigações, hábitos, atitudes e tendências de comportamento.

A fase exploratória da pesquisa é muito importante, uma vez que compreende a etapa da escolha do tópico de investigação, de delimitação do problema, de definição do objeto e dos objetivos, de construção do marco teórico conceitual, dos instrumentos de coleta de dados e da exploração do campo (MINAYO, 2004).

O estudo de campo na mina subterrânea partiu do levantamento bibliográfico. Ele exige também a determinação das técnicas de coleta de dados mais apropriadas à natureza do tema e, ainda, a definição das técnicas que serão empregadas para o registro e análise. (RICHARDSON, 1999).

Segundo Gil (2007), no estudo de campo, utiliza-se a observação direta das atividades do grupo em estudo e de entrevistas com informantes para captar suas explicações e interpretações do que ocorre no grupo. Esses procedimentos podem ser associados com muitos outros, como análise de documentos, fotografias e filmagem.

O delineamento deste estudo, para analisar os trabalhos e o ambiente das minas subterrâneas, foi assim escolhido porque considera que o trabalho descritivo procura abranger aspectos gerais e amplos de um contexto social e possibilita desenvolver um nível de análise em que se identificam as diferentes formas dos fenômenos, sua ordenação e classificação. É um tipo de estudo que permite ao pesquisador obter melhor compreensão do comportamento de diversos fatores e elementos que influenciam determinado fenômeno (OLIVEIRA, 2002).

O estudo também seguiu as orientações de Bodgan e Biklen (1994) sobre as características que a investigação qualitativa deve seguir, que são:

- a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal;
- é descritiva;
- os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados do produto;
- os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva;
- o significado é de importância vital na abordagem qualitativa.

No contexto deste estudo, também foi considerado que, na investigação qualitativa, deve-se ir a campo com uma preocupação inicial, um objetivo central e uma questão orientadora. Para buscar compreender a questão formulada, é necessária inicialmente uma aproximação no campo para se familiarizar com a situação a ser pesquisada. Para tal, o pesquisador deve frequentar os locais em que acontecem os fatos nos quais está interessado, preocupando-se em observá-los, entrar em contato com pessoas, conversando e recolhendo material produzido por elas ou a elas relacionado. A partir daí, ligadas à questão orientadora, vão surgindo outras questões que levarão a uma compreensão da situação estudada. (BODGAN; BIKLEN, 1994).

Desta forma, a pesquisa foi realizada segundo as orientações de Lakatos e Marconi (2007), Minayo (2004), Gil (2007), Richardson (1999), Oliveira (2002), Bodgan e Biklen (1994) e Cervo et al. (2007), visando a conhecer o ambiente e as etapas de trabalho das minas

subterrâneas, para propor um modelo conceitual de GSST incorporado com os princípios ergonômicos.

Portanto, a pesquisa foi delimitada em quatro grandes momentos, que em síntese pode ser assim apresentada:

No primeiro momento, foi realizada a pesquisa bibliográfica, que foi a base do trabalho, sendo responsável pelo seu direcionamento. Nesta etapa, foi feito um levantamento bibliográfico sobre o que existe e de que forma estão relacionados os trabalhos de mineração subterrânea, a ergonomia, a segurança do trabalho e os SGSST.

Em um segundo momento, foi realizada a pesquisa de campo, com objetivo de observar e descrever os trabalhos e os ambientes das minas subterrâneas.

No terceiro momento, foi realizada uma análise qualitativa dos dados coletados, na qual foram confrontadas as informações da pesquisa bibliográfica com as observações de campo, visando a direcioná-las para subsidiar a elaboração do modelo conceitual.

Ao final do estudo, após compreender e analisar teoricamente e praticamente o trabalho em uma mina subterrânea, o modelo conceitual foi elaborado. Junto com a elaboração, foram feitas as discussões e apresentadas as conclusões face ao levantamento teórico, estudo de campo e perspectiva do estudo.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO ESTUDO DE CAMPO E HISTÓRICO DA EMPRESA

O estudo de campo foi realizado nas minas da empresa Mineração Serra Grande Ltda. e em sua respectiva empreiteira na época da pesquisa, que era a empresa Toniolo Busnello S.A.

A Mineração Serra Grande Ltda. localiza-se no Município de Crixás, Estado de Goiás, próximo à cidade de mesmo nome, distando cerca de 320 km da cidade de Goiânia.

A Mineração Serra Grande opera em Crixás desde 1989. Atualmente, ocupa uma área total de 210 km², que inclui, além das minas, a planta de beneficiamento e metalurgia, escritórios e demais edificações e barragens de rejeito. Apresenta cinco minas, sendo quatro subterrâneas: Mina III, Mina Nova, Mina Palmeiras, Mina Pequizão e uma quinta, a céu aberto, que é a Open Pit. Produz uma média de 1.200.000 toneladas de minério por ano, o que a classifica entre as 200 grandes minas do Brasil. É administrada pelo maior grupo produtor de

ouro do mundo, o grupo sul-africano Anglo-American, que participa com 50% do capital, através da subsidiária Anglo Gold Ashanti juntamente com o grupo canadense Kinross Gold Group (MOURA et al., 2007; ANGLO GOLD ASHANTI, 2010).

Segundo Calixto Junior et al. (2007) e Fernandes et al. (2007), a Mineração Serra Grande emprega diretamente, nas lavras subterrâneas, 800 pessoas, entre funcionários e empreiteiros e já produziu, até o ano de 2006, mais de 80 toneladas de ouro, a um ritmo anual médio, desde 2000, de seis toneladas por ano.

Os trabalhos de prospecção geológica foram iniciados na área da Mina III, em 1976, pela empresa Inco Ltda., e, em agosto de 1985, foi decidido iniciar a abertura da mina subterrânea através da escavação de uma rampa de acesso para confirmação das reservas minerais em subsolo, determinadas pelas pesquisas geológicas de superfície (ANGLO GOLD ASHANTI, 2010).

Ainda segundo a Anglo Gold Ashanti (2010), em outubro de 1987, a Mina III atingiu o nível 150 (150 m abaixo da superfície) e foram iniciadas, neste nível e no nível 100, as escavações rumo às zonas mineralizadas. Neste mesmo ano, foram iniciados os testes metalúrgicos dos minérios das zonas superior e inferior da Mina III e os serviços de terraplanagem na área industrial para a construção da planta metalúrgica, prédios auxiliares e barragem de rejeitos. A montagem eletromecânica ocorreu nos anos de 1988 e 1989, e, em outubro deste ano, a Planta Metalúrgica entrou em operação.

A partir de 1990, a empresa iniciou seu processo de expansão através de um programa de pesquisa geológica regional, o qual teve como resultado a descoberta das Minas Nova, Palmeiras e Pequidão. Estas minas entraram em operação nos anos de 2003, 2009 e 2010, respectivamente (ANGLO GOLD ASHANTI, 2010).

3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS TRABALHADORES E HORÁRIOS DE TRABALHO DAS MINAS

Todos os trabalhadores que trabalham efetivamente dentro das minas subterrâneas onde foi desenvolvida a pesquisa de campo são do sexo masculino, com idade entre 22 e 48 anos.

As minas subterrâneas pesquisadas trabalham em regime integral, 24 horas por dia e 365 dias por ano, com 04 equipes distribuídas em 03 turnos que se revezam em 6 horas efetivas no subsolo, e uma das

equipes sempre está de folga. Entre os turnos existe um intervalo para realizar as detonações, a ventilação e a sua troca. Além destas equipes, existe ainda o pessoal do planejamento e administração, incluindo segurança do trabalho e manutenção.

Cada equipe de turno possui um efetivo constituído de: motoristas; operadores de perfuratriz manual e jumbo, LHD e outros equipamentos de apoio; *blaster*; serviços gerais para desenvolver todas as etapas do ciclo dos trabalhos planejados; e é liderada por um supervisor que tem a formação técnica em mineração.

O efetivo da mão de obra da mina e a distribuição dos turnos de trabalho estão de acordo com os preceitos da NR 22 (1999) e DNPM (2002), que descrevem que os trabalhos de mineração subterrânea são específicos para homens de 18 a 50 anos e que sua jornada não pode ultrapassar 6 horas de trabalho efetivo no subsolo.

Na data da pesquisa, o número total de trabalhadores envolvidos diretamente nas operações das minas apresentava um contingente de 320 funcionários, e o de envolvidos indiretamente tinha um contingente de 480 funcionários.

Quanto à escolaridade, todos os mineiros possuíam, na época da pesquisa, o 1º Grau completo, 32% possuíam o 2º Grau completo e 11% possuíam o 3º Grau completo.

Os trabalhadores e os trabalhos foram observados em dias, turnos, minas e horários diferentes, tanto no período matutino e vespertino quanto no noturno, durante dias variados da semana.

3.4 PRINCÍPIOS ÉTICOS

Os princípios éticos foram respeitados de acordo com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos e Animais da Universidade Federal de Santa Catarina.

Este projeto de pesquisa de tese foi submetido ao referido comitê e foi aprovado em 14 de dezembro de 2009, conforme cópia apresentada no Anexo I.

Durante a pesquisa de campo, procurou-se adquirir a confiança dos engenheiros, dos supervisores e principalmente da equipe dos mineiros do subsolo. Esta condição contribuiu favoravelmente para o desenvolvimento da pesquisa de campo.

Desta forma, empreenderam-se esforços para conhecer, compreender e transmitir informações relativas ao ambiente e às atividades de uma mina subterrânea.

O pesquisador assumiu o compromisso de compartilhar os resultados do seu estudo não só com o meio acadêmico, mas também com as empresas e trabalhadores envolvidos no contexto do trabalho abordado.

3.5 TRAJETÓRIA METODOLÓGICA DA PESQUISA

Esta pesquisa estudou como os princípios ergonômicos poderiam ser incorporados a um SGSST para ser aplicado nas atividades de mineração subterrânea, de forma a permitir a difusão e a aplicação destes princípios tanto no campo estratégico como nas rotinas de trabalho da mina e da empresa.

A partir da pesquisa, foi escolhido um SGSST que serviu de base para a montagem do modelo conceitual, tendo-se, como pré-requisito, aquele que apresentou mais envolvimento com as minerações subterrâneas, maior flexibilidade e que atendeu aos anseios do estudo proposto.

A pesquisa proporcionou, segundo Gil (2007), maior familiaridade com o problema e teve como objetivo principal o aprimoramento das ideias e a descoberta de intuições. As técnicas de coleta de dados foram centradas primeiramente na pesquisa bibliográfica, que foi realizada independentemente, a qual procurou, de acordo com Cervo et al. (2007), explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas em artigos, dissertações, livros, teses e outros, e, em um segundo momento, no estudo de campo, que desenvolveu observação direta das atividades estudadas para captar explicações e interpretações do que ocorre no local de trabalho. (GIL, 2007).

A observação é uma técnica de coleta de dados que consegue informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se desejam estudar. A observação ajuda o pesquisador a identificar e a obter provas a respeito de objetivos sobre os quais os indivíduos não têm consciência, mas que orientam seu comportamento.

As modalidades das observações desenvolvidas nesta pesquisa foram:

- segundo os meios utilizados, a observação foi não estruturada (assistêmica, espontânea, informal, ordinária, simples, livre, ocasional, acidental), consistindo em recolher e registrar fatos da realidade das minas subterrâneas sem que o pesquisador utilizasse meios técnicos especiais;
- segundo a participação do observador, a observação foi não participante, na qual o observador não se integrou às minas subterrâneas observadas;
- segundo o lugar onde se realiza a observação, foi em situação real, dentro das minas subterrâneas (trabalho de campo).

A análise dos dados foi qualitativa, definida, segundo Gil (2007), como uma sequência de atividades que envolvem a redução dos dados, sua categorização, sua interpretação e a redação do relatório.

Seguindo a proposta de Gil (2007), a redução dos dados consistiu em um processo de seleção, simplificação, abstração e transformação dos dados originais provenientes das observações de campo. Já a categorização consistiu na organização dos dados de forma que o pesquisador conseguiu tomar decisões e tirar conclusões a partir deles. A categorização possibilitou a descrição dos dados e requereu a construção de um conjunto de categorias descritivas que puderam ser fundamentadas no referencial teórico da pesquisa. Na interpretação dos dados, o pesquisador ultrapassou a mera descrição, buscando o questionamento existente sobre o assunto, fazendo um esforço de abstração, ultrapassando os dados, tentando possíveis explicações, configurações e fluxos de causa e efeito.

Neste contexto, os resultados esperados da pesquisa são a melhoria nos ambientes de trabalho das minas subterrâneas, juntamente com uma redução nos acidentes e doenças ocupacionais dos mineiros do subsolo devido às contribuições dos princípios ergonômicos no SGSST que o modelo vai disponibilizar para a indústria da mineração subterrânea.

3.5.1 Etapas da pesquisa

Para responder ao problema do estudo, foi proposta uma metodologia de pesquisa com os devidos procedimentos e técnicas, baseada na pesquisa exploratória e estruturada conforme mostra a Figura 22.

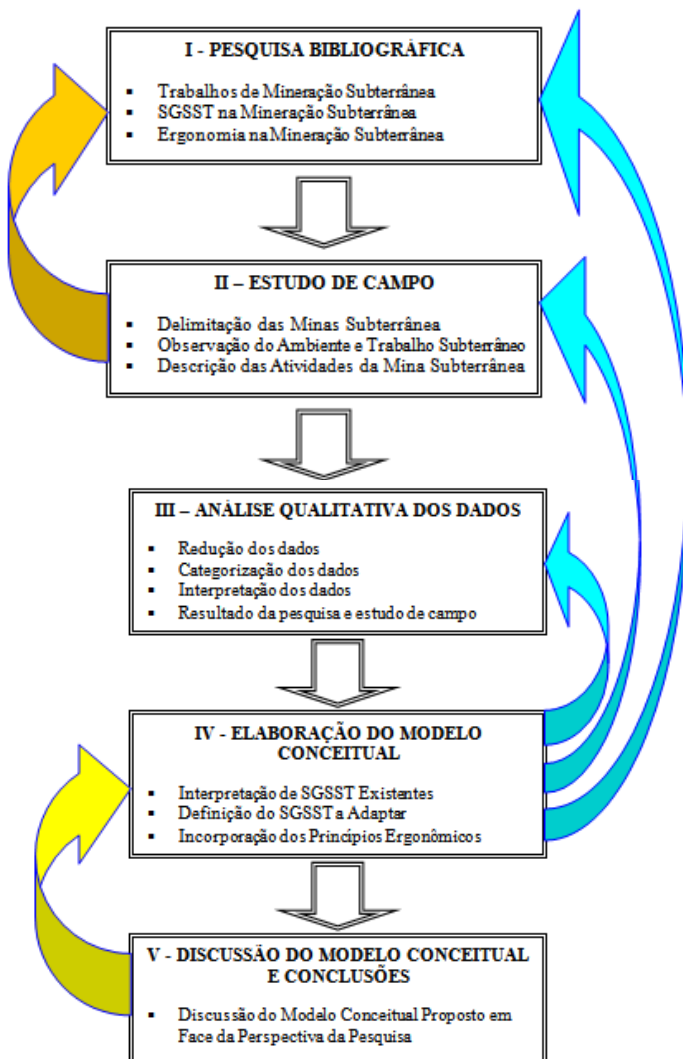


Figura 22: Procedimentos metodológicos da pesquisa.

3.5.2 Procedimentos da pesquisa

Na sequência, apresenta-se um detalhamento dos procedimentos metodológicos realizados na pesquisa de acordo com a Figura 22:

Na Etapa I – pesquisa bibliográfica –, os principais procedimentos utilizados foram:

- pesquisa bibliográfica sobre os temas: ambiente e ciclo de trabalho na mineração subterrânea; tipos e quantidade de acidentes em mina subterrânea; a ergonomia no contexto da segurança do trabalho e da mineração subterrânea; e SGSST inclusive na mineração subterrânea.

Na Etapa II – estudo de campo –, foram realizados os seguintes procedimentos:

- observação direta dos ambientes e atividades desenvolvidas em uma mina subterrânea: perfuração, desmonte com explosivos, abatimento de choccos, carregamento e transporte de rochas, contenção do maciço rochoso e equipagem da mina (elétrica, hidráulica e ventilação);
- descrição dos ambientes e atividades desenvolvidas em uma mina subterrânea, incluindo os trabalhos geológicos de pesquisa e planejamento de mina.

Para a Etapa III – análise qualitativa dos dados –, os procedimentos utilizados foram:

- análise das informações e dados da pesquisa bibliográfica e do estudo de campo;
- avaliação das informações e correlações sobre segurança do trabalho, ergonomia e mineração subterrânea;
- identificação dos principais SGSST utilizados nas minas subterrâneas;
- identificação das principais etapas do ciclo de trabalho de uma mina subterrânea, detalhando suas características operacionais e necessidades ergonômicas.

Já a Etapa IV, encarregada de elaborar o modelo conceitual a partir das informações levantadas e analisadas na pesquisa bibliográfica e no estudo de campo, teve como procedimentos os seguintes passos:

- definição e escolha do SGSST a ser adaptado;
- definição dos locais e das estratégias de incorporação dos princípios ergonômicos no SGSST;
- elaboração do modelo conceitual.

Finalmente, a Etapa V apresenta uma discussão sobre o modelo conceitual proposto e as respectivas conclusões da pesquisa, através dos seguintes procedimentos:

- análise das estratégias do modelo conceitual face aos trabalhos das minas subterrâneas;
- análise da relação da ergonomia com a segurança do trabalho;
- análise do modelo conceitual proposto face ao problema da pesquisa;
- conclusões.

3.5.3 Descrição dos procedimentos metodológicos da pesquisa

A seguir, são apresentados os detalhamentos operacionais dos procedimentos metodológicos realizados nesta pesquisa em cada etapa proposta.

3.5.3.1 Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica foi a responsável pela delimitação e pelo direcionamento do trabalho.

Desta forma, este estudo foi pautado, em parte, nas informações obtidas na pesquisa bibliográfica, tipificadas de acordo com Gil (2007) como sendo uma pesquisa desenvolvida com base em material já elaborado, permitindo ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente.

A pesquisa bibliográfica constitui a pesquisa por excelência segundo Cervo et al. (2007), permitindo ao pesquisador, de acordo com Lakatos e Marconi (2007), um contato direto com tudo aquilo que foi escrito sobre determinado assunto.

Os procedimentos aqui desenvolvidos foram apenas as delimitações dos campos a serem pesquisados e os levantamentos bibliográficos, que, de acordo com a metodologia de pesquisa proposta, apresentaram os subsídios que ajudaram a responder ao problema da pesquisa.

Neste levantamento bibliográfico, foram pesquisadas informações relevantes sobre os trabalhos e ambientes nas minas subterrâneas, descrições ergonômicas destes ambientes, a existência de trabalhos ergonômicos para as atividades de mina subterrânea e também informações sobre tipos e frequência de acidentes, segurança do trabalho

e sistemas de gestão de segurança e saúde do trabalho atuante na mineração subterrânea.

As informações obtidas nesta etapa foram analisadas, juntamente com os dados do estudo de campo, e constituíram a base para desenvolver o modelo conceitual proposto.

3.5.3.2 Estudo de campo

O estudo de campo foi realizado nas minas de ouro localizadas no Município de Crixás, Estado de Goiás, através de visitas programadas no mês de janeiro de 2010. A quantidade e o tempo das visitas foram determinados após o avanço da pesquisa bibliográfica e um contato com a empresa Mineração Serra Grande S.A. e a respectiva empreiteira Toniolo Busnello S.A, em função da necessidade das observações e descrições das atividades, das operações das minas e das dificuldades para planejar e desenvolver os estudos.

Este procedimento foi desenvolvido tão logo o pesquisador julgou possuir uma quantidade relevante de informações oriundas da pesquisa bibliográfica sobre os temas abordados, porque as etapas da pesquisa bibliográfica e do estudo de campo possuíam áreas comuns de interesse na pesquisa para alcançarem seus objetivos.

No estudo de campo, a pesquisa procedeu à observação de fatos e fenômenos exatamente como ocorrem nas minas subterrâneas, à coleta de dados referentes a eles e, finalmente, à análise e à interpretação desses dados, com base na fundamentação teórica, objetivando compreender e explicar o problema pesquisado.

No estudo de campo, segundo Gil (2007), o pesquisador realiza a maior parte do trabalho pessoalmente, e é enfatizada a importância de o pesquisador ter tido ele mesmo uma experiência direta com a situação de estudo.

Foram necessárias cinco visitas de três dias cada para desenvolver todas as observações e descrições dos ambientes e das atividades das minas subterrâneas estudadas.

As visitas abrangeram as minas subterrâneas da Mineração Serra Grande em toda sua extensão e profundidade, onde os ambientes e respectivos tipos de trabalhos subterrâneos foram observados direta e indiretamente. A pesquisa de campo consiste na observação dos fatos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados e no registro de variáveis para posteriores análises. (OLIVEIRA, 2002).

No estudo de campo, foi feita uma identificação e a descrição das situações de trabalho, através de um acompanhamento *in loco* das etapas

do ciclo de trabalho, as quais foram confrontadas com as descrições teóricas dos autores pesquisados. Através desta confrontação, pode-se concluir que o ciclo de trabalho das minas subterrâneas observadas não apresenta distorções em relação às descrições dos autores estudados.

3.5.3.3 Análise qualitativa dos dados

O objetivo da análise qualitativa foi aprofundar o conhecimento sobre os dados obtidos na pesquisa bibliográfica e no estudo de campo, fazendo análises, identificações e avaliações destes, visando a disponibilizar informações reais e atualizadas a respeito dos temas da pesquisa para subsidiar a elaboração do modelo conceitual.

O primeiro passo deste procedimento foi a análise das informações pesquisadas como forma de relacioná-las para o foco da pesquisa, que é baseada no trinômio: mineração subterrânea, gestão de segurança do trabalho e princípios ergonômicos.

Paralelamente às análises, foram feitas avaliações das informações sobre segurança do trabalho, gestão de segurança do trabalho, ergonomia e mineração subterrânea.

A análise das relações de textos, segundo Lakatos e Marconi (2007), tem como objetivo encontrar as principais relações e estabelecer conexões com os diferentes elementos constitutivos do texto. As autoras consideram também que a análise das relações de textos permite verificar se há ou não coerência em relação aos elementos, entre as diferentes partes do texto e entre elas e a ideia central.

Desta forma, foi realizada uma análise das relações entre os textos e assuntos pesquisados, buscando estabelecer conexões para entender e identificar: as rotinas de trabalho das atividades de mineração subterrânea; como os sistemas de gestão de segurança do trabalho atuam nas minas subterrâneas; como a ergonomia participa dos trabalhos de mineração subterrânea; e de que forma ela está associada à segurança do trabalho.

Estas informações ajudaram a traçar estratégias sobre as principais necessidades dos trabalhos e ambientes subterrâneos em termos de segurança do trabalho, ações ergonômicas, treinamentos específicos, entre outras.

O terceiro passo deste procedimento foi o responsável pela análise e identificação dos principais SGSST utilizados em atividades de mineração e outras atividades industriais correlatas, como a indústria química e da construção civil, obtidos por ocasião da pesquisa bibliográfica realizada.

A identificação dos principais SGSST levou em consideração os seguintes critérios: a abrangência e a flexibilidade de adaptação do sistema; a atuação na indústria da mineração; as suas ações, sua eficiência e sua eficácia observadas nos relatos pesquisados; e principalmente seu relacionamento com os princípios ergonômicos.

Esta identificação foi o norteador da escolha do SGSST, que serviu como base para receber a incorporação dos princípios ergonômicos, visando à sua aplicação nas minas subterrâneas.

O passo desse procedimento foi a análise das etapas do ciclo de trabalho de uma mina subterrânea com o objetivo de conhecer em detalhe sobre suas características e relacionamento com o ambiente e suas atividades. Esta análise foi feita sob a ótica da segurança do trabalho e da ergonomia, sobre o ambiente macro das atividades, buscando conhecer as principais necessidades e identificar historicamente as situações que mais trazem problemas de segurança do trabalho e doenças ocupacionais.

Esta análise ajudou a levantar as necessidades ergonômicas do ambiente e das atividades dos trabalhos subterrâneos, que foram utilizadas no modelo conceitual proposto.

O último passo deste procedimento foi a apresentação dos resultados desta pesquisa na forma de uma fundamentação teórica e de resultados do estudo de campo.

3.5.3.4 Elaboração do modelo conceitual

O modelo conceitual foi elaborado para responder ao problema da pesquisa, tomando-se como base os dados da pesquisa bibliográfica e do estudo de campo, devidamente analisados e avaliados.

Desta forma, o modelo conceitual foi elaborado com base nos modelos teóricos estudados, que teve como destaque o SGSST OSHAS 18.001 (2007), e no levantamento de campo realizado nas minas subterrâneas, consideradas como modelo real, onde os mesmos foram devidamente comparados e ajustados até se conseguir a formatação final.

Pare efeito desta pesquisa, o termo modelo foi usado como uma representação simplificada da realidade (MONTMOLLIN, 1990), que visa a facilitar a descrição, a compreensão do funcionamento atual e do comportamento futuro de um SGSST.

O modelo conceitual desenvolvido mostra uma representação reduzida da realidade e como os princípios ergonômicos devem

participar e atuar nos trabalhos de mineração subterrânea, através de um SGSST.

Para desenvolver este procedimento, inicialmente foi escolhido o SGSST OHSAS 18.001 (2007) dentre os pesquisados, que foi adaptado e recebeu na sua estrutura os princípios ergonômicos, de modo que possa atender às necessidades de melhoria da segurança e saúde do trabalho da mineração subterrânea através desta nova formatação de SGSST.

O SGSST OHSAS 18.001 (2007) foi escolhido para ser adaptado, porque atendeu da melhor forma aos objetivos da pesquisa, tais como: ser flexível a adaptações e mudanças; ser receptivo aos princípios ergonômicos; ser de fácil interação e compreensão pelos níveis estratégico, tático e operacional e também por ser de ampla aplicação nas empresas de mineração.

Após a escolha do SGSST utilizado no estudo, o pesquisador fez o curso “OHSAS 18.001:2007 – AUDITOR DE SST”, no período de 10 a 14 de agosto de 2009, em São Paulo, com carga horária de 40 horas, para poder se familiarizar com o sistema escolhido, e adquirir conhecimentos específicos para poder fazer as devidas adaptações.

Definido o SGSST a ser adaptado, o próximo procedimento foi definir como e onde os princípios ergonômicos seriam incorporados neste sistema.

Para isto, foi tomado como base o conhecimento adquirido na pesquisa bibliográfica, no curso sobre o OHSAS 18.001: 2007 e no estudo de campo sobre o ciclo e ambiente de trabalho de uma mina subterrânea, de modo que as incorporações ficassem integradas às necessidades dos trabalhos de mineração subterrânea e pudessem contribuir para a eficiência, eficácia e efetividade do modelo.

Desta forma, o terceiro passo deste procedimento diz respeito às definições estratégicas sobre a incorporação dos princípios ergonômicos no SGSST para ser utilizado na mineração subterrânea.

Neste procedimento, foram definidas onde e de que forma os princípios ergonômicos seriam incorporados, com vistas a atender ao problema da pesquisa. Esta incorporação foi estruturada e objetiva, procurando a melhor interação entre as questões de segurança do trabalho, mineração subterrânea e ergonomia.

Este procedimento levou em consideração a estrutura do sistema original existente e o seu comportamento de atuação perante os trabalhos subterrâneos, além das necessidades de segurança do trabalho e ergonômicas avaliadas nos trabalhos de pesquisa.

O último passo deste procedimento foi, portanto, o desenvolvimento da estrutura física do modelo conceitual de GSST com base nos estudos e procedimentos desenvolvidos pela metodologia de pesquisa executada.

Os procedimentos anteriores, pela sequência proposta, disponibilizaram as informações pertinentes à elaboração deste modelo, uma vez que elas vão desde a pesquisa bibliográfica inicial, passando pelo estudo de campo, por curso específico e por diversas análises, avaliações, correlações, checagens, definições e interpretações dos dados, de forma que as informações ao longo destas etapas foram sendo estruturadas para, no final, responder ao problema da pesquisa através da apresentação do modelo conceitual.

Ao final desta etapa, o modelo conceitual de GSST, incorporado com os princípios ergonômicos, foi apresentado na sua versão final, para ser discutido.

3.5.3.5 Discussão do modelo conceitual e conclusões

No último item dos procedimentos metodológicos da pesquisa, foram apresentadas as conclusões sobre o estudo, mas antes foram feitas análises sobre o modelo conceitual proposto, com vistas a verificar se ele responde ao questionamento formulado na pesquisa e aos seus objetivos.

O primeiro passo deste procedimento foi a realização de uma análise teórica sobre as estratégias do modelo conceitual adaptado face aos trabalhos das minas subterrâneas, para determinar se as particularidades e as necessidades desta atividade foram atendidas e contempladas por ocasião da montagem e elaboração do modelo.

O segundo passo do procedimento foi a realização de uma análise teórica da relação da ergonomia com a segurança do trabalho, com o objetivo de identificar o comportamento da estrutura do modelo conceitual, sua lógica, os novos entendimentos e as facilidades ocorridas.

O último passo do procedimento considerado nesta discussão foi uma análise do modelo conceitual face aos problemas da pesquisa. Neste contexto, foi observado se os objetivos e pressupostos da pesquisa foram alcançados e de que forma isso ocorreu, traçando-se um paralelo entre a formatação final do modelo conceitual proposto e as necessidades encontradas na pesquisa.

Ao final da discussão, foram apresentadas as conclusões sobre o modelo conceitual proposto e as respectivas integrações com o problema da pesquisa e os objetivos.

No próximo capítulo, apresenta-se os resultados e a discussão do estudo de campo de acordo com os procedimentos metodológicos apresentados neste capítulo.

4 RESULTADO E DISCUSSÕES DO ESTUDO DE CAMPO

Este capítulo apresenta os resultados da pesquisa de campo e faz uma discussão junto ao conteúdo encontrado na pesquisa bibliográfica de autores que trabalharam a temática abordada. Os dados são apresentados de forma discursiva, mostrando os ambientes, as etapas do ciclo de trabalho, as estratégias e os exemplos que caracterizam os trabalhos nas minas subterrâneas.

Inicialmente, serão apresentadas a caracterização do ambiente das minas estudadas e as respectivas comparações com a fundamentação teórica.

Ao final, são apresentadas as descrições das atividades observadas em cada etapa do ciclo de trabalho da mina subterrânea, incluindo exemplos e análises destas atividades.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO ESTUDO E CICLO DE TRABALHO

Neste item, será apresentada uma abordagem sobre as características físicas dos locais estudados, além das descrições das etapas do ciclo de trabalho das minas subterrâneas observadas.

O estudo de campo foi desenvolvido nas quatro minas da Mineração Serra Grande, que possuem as características descritas nos itens a seguir.

4.1.1 Profundidade das minas e métodos de lavra

A Mina III possuía, na época da pesquisa, uma profundidade de 650 metros em relação à superfície, subdividida em níveis a cada 50 metros. O projeto estima uma profundidade máxima para esta mina de 750 metros, a qual se encontra em operação desde 1989 e pratica atualmente o método de lavra corte e enchimento, mas já praticou também o método câmaras e pilares.

A Mina Nova possui uma profundidade média de 180 metros e não será mais aprofundada. Possui como método de lavra câmaras e pilares devido às características do corpo mineral.

A Mina Palmeiras, na data da pesquisa, estava em fase de desenvolvimento dos acessos (rampas, galerias e chaminés) e início da lavra pelo método dos subníveis. Possuía uma profundidade de 190 metros e deve alcançar uma profundidade máxima de 400 metros.

A Mina Pequizão, na época da pesquisa, estava em fase de desenvolvimento e possui como acesso principal o interior da Mina Nova e, quando entrar em produção, terá como método o de subníveis e o de câmara e pilares. Em relação à sua profundidade, deve-se somar a profundidade da Mina Nova mais a da mina que alcançará o máximo de 500 metros.

4.1.2 Caracterização dos ambientes das minas subterrâneas

O ambiente das minas estudadas são confinados, possuem temperaturas altas, pouca iluminação e ventilação artificial, o que contribui para a formação de ambientes úmidos, quentes e com pouca visibilidade.

Segundo Iida (2007) e Dul e Weerdmeester (2004), uma grande fonte de tensão no trabalho são as condições ambientais desfavoráveis, como excesso de: calor; ruídos; vibrações; e exposição a agentes químicos; além de baixa iluminação. Esses fatores causam desconforto, aumentam o risco de acidentes e podem provocar danos consideráveis à saúde.

4.1.2.1 Temperatura, calor e umidade

Em relação à temperatura de uma mina subterrânea, deve-se considerar que ela é sempre mais elevada em relação à da superfície, devido aos seguintes fatores:

- ambiente confinado e com pouca área de contato com a superfície;
- grau geotérmico (elevação da temperatura com a profundidade da mina);
- dificuldade de ventilar todo o ambiente;
- emanção de gases dos explosivos e equipamentos;

Nas minas estudadas, a temperatura é variável de acordo com o local e atividade desenvolvida. No caso das rampas de acesso, a temperatura é agradável devido ao fluxo contínuo de ar, porém, nas frentes de trabalho onde ocorre desmonte e os equipamentos estão trabalhando, o ar do ambiente torna-se “pesado”, com a consequente elevação da temperatura.

Para melhorar a temperatura do local, toda mina subterrânea deve dispor de um circuito de ventilação, que segundo Iida (2007) e Dul e Weerdmeester (2004), é um aspecto importante do conforto térmico e que, em ambientes muito quentes, é reconfortante sentir uma leve aragem junto à pele, além do que a temperatura e a umidade ambiental influem diretamente no desempenho do trabalho, tanto sobre a produtividade como sobre os riscos de acidentes.

A ventilação de uma mina subterrânea constitui-se em uma tarefa tecnicamente complexa devido à grande área a ser ventilada e à dinâmica da mina, com seus sucessivos avanços e extração de rocha.

Em uma mina subterrânea, a ventilação pode ocorrer de forma natural ou artificial. A ventilação natural é aquela feita sem o auxílio de equipamentos, através de diferença de nível. Já a ventilação artificial é feita com o auxílio de equipamentos, podendo ser por exaustão e/ou insuflação.

A exaustão é a ventilação na qual o ar contaminado respirado é expulso (succionado), abrindo caminho para o ar puro. A insuflação é o inverso da exaustão, ou seja, é uma ventilação na qual o ar contaminado é expulso insuflando ou soprando um ar puro. O ar puro toma seu lugar e expulsa o ar contaminado.

A ventilação existente nas minas estudadas é feita combinando a forma natural, onde o ar entra ou sai pela rampa, e a forma artificial, através de ventiladores, exaustores, tubos flexíveis, poços e chaminés. Essa ventilação faz a renovação de ar nas frentes de trabalho, sendo necessário para:

- permitir a manutenção do oxigênio para os trabalhadores e equipamentos à combustão;
- diluir os gases tóxicos produzidos pelas detonações dos explosivos;
- evitar formações de misturas explosivas (gás + ar);
- eliminar concentrações nocivas de poeira em suspensão;
- auxiliar no controle de temperatura e da umidade do ambiente;
- reduzir gases formados por equipamentos de motores a diesel.

Os equipamentos e acessórios observados que ventilavam a mina durante a pesquisa de campo foram: exaustores (instalados na superfície); ventiladores (próximos às entradas das galerias); e tubos flexíveis para condução do ar.

O sistema de ventilação procura, dentro do possível, reproduzir a composição do ar na superfície.

A NR 22 (1999) estabelece preceitos importantes para a ventilação de mina subterrânea, alguns dos quais puderam ser observados no estudo de campo.

4.1.2.2 Iluminação

A iluminação de uma mina subterrânea é artificial e, de forma geral, concentra-se apenas nos acessos principais, como rampas e poços, nos escritórios, nas oficinas e nas subestações. Nos demais acessos e locais de trabalho, como galerias, chaminés e frente de lavra, a iluminação é precária e se resume às lanternas individuais e aos faróis dos equipamentos.

As minas onde foram desenvolvidos os estudos de campo estão totalmente enquadradas neste contexto, porque foi observado que, em todas as minas, só existem alguns pontos iluminados de forma artificial e constante, que eram as rampas de acesso, os escritórios, as subestações de energia, as oficinas e os locais de bombeamento de água. Os demais locais de trabalho observados nas minas não possuíam iluminação fixa, ficando a visualização destes a mercê das lanternas individuais e dos faróis de equipamentos.

A correta iluminação do ambiente de trabalho contribui para aumentar a sua satisfação e melhorar a produtividade, além de reduzir a fadiga e os acidentes de trabalho (IIDA, 2007; DUL; WEERDMEESTER, 2004).

4.1.2.3 Ruído

O ruído excessivo observado nas minas estudadas está concentrado nas frentes de produção, especificamente na etapa de perfuração da rocha de forma manual ou mecanizada, onde a operação das perfuratrizes demanda ruídos elevados de mais de 100 decibéis, segundo relatos da empresa.

Para os trabalhadores desta etapa ou aqueles ligados a ela, é exigido o uso do EPI: protetor auricular tipo concha, para trabalhadores com maior permanência no ambiente, ou tipo *plug*, para aqueles com menor permanência de tempo no ambiente.

Nas demais operações e ambientes da mina, os ruídos são menos intensos, sendo eles relativos ao funcionamento e ao deslocamento de equipamentos do tipo carregadeira LHD e caminhões, veículos leves, bombas e equipamentos de apoio. Nestas operações, os ruídos, segundo

a empresa, estão dentro da faixa aceitável de 85 decibéis para jornadas de trabalho de até oito horas, segundo a NR 15 (1978).

Os ruídos intensos tendem a prejudicar tarefas que exigem muita atenção, concentração mental ou velocidade e precisão dos movimentos e começam a provocar reações fisiológicas prejudiciais ao organismo, aumentando o estresse e a fadiga, podendo ser causadores de acidentes de trabalho (IIDA, 2007; DUL; WEERDMEESTER, 2004).

4.1.2.4 Vibração

Vibração é qualquer movimento que o corpo ou parte dele executa em torno de um ponto fixo, podendo ser regular ou irregular quando não segue nenhum padrão determinado, como no balanço de um equipamento em movimento. (IIDA, 2007; DUL; WEERDMEESTER, 2004).

No estudo de campo, foi observado que as atividades que possuem vibração, a qual pode ser caracterizada como prejudicial ao corpo humano, são aquelas ligadas às operações de perfuração, carga e transporte de rocha.

Na atividade de perfuração manual observada, a vibração sofrida pelo trabalhador é intensa, porque ele fica em contato direto com a perfuratriz do equipamento, e, para o seu corpo, principalmente os braços, é transferida toda a vibração do equipamento.

No caso da perfuração com jumbo, foi observado que a transmissão da vibração do equipamento é feita apenas de forma parcial, porque o operador não está em contato direto com a perfuratriz do equipamento. Os principais pontos de transmissão de vibração observados foram o assento, o piso e as alavancas de comando da perfuratriz.

A vibração observada nas operações com equipamentos móveis de carga e transporte são aquelas mais comuns, consideradas irregulares porque são devidas aos movimentos do equipamento, ao ciclo de trabalho e às condições da pista de rolagem, sendo a transmissão feita principalmente pelo assento e pelo volante do equipamento.

Os trabalhos de vibração no corpo em mina subterrânea, segundo Mayton et al. (2003), Kittusamy et al. (2005) e Gowdin et al. (2007) estão concentrados na vibração de assentos de carregadeiras LHD e caminhões de transporte de minérios, não contemplando as etapas de perfuração de rocha. Em todos os trabalhos, existem estudos e pesquisas sobre as consequências desta vibração, além de sugestões de mudanças e novos projetos para melhorar o posto e as condições de trabalho com o

objetivo de reduzir os índices de doenças ocupacionais músculo-esqueléticas nestes operadores.

4.1.2.5 Agentes químicos

Os agentes químicos nocivos à saúde atingem o organismo por via da ingestão, contato com a pele e órgãos e inalação. A inalação é o meio mais frequente de contaminação dos trabalhadores no ambiente de trabalho de uma mina subterrânea.

Os principais agentes químicos causadores de problemas para os trabalhadores de mina subterrânea são poeiras, fumaças, gases, vapores, neblinas, monóxido de carbono e sílica.

No estudo de campo, pôde-se observar e sentir a presença de praticamente todos os agentes citados, além dos restos da complexa composição de gases dos explosivos e da névoa de óleo deixada pela operação de perfuração, fruto da lubrificação das perfuratrizes.

Para amenizar a condição de trabalho e o ambiente, a empresa dimensiona e fornece EPI's específicos para cada tipo de agente, como máscaras com e sem filtros e respiradores; executa a perfuração da rocha a úmido; utiliza catalisadores nos equipamentos a diesel; além de procurar manter o ambiente ventilado com a insuflação de ar puro para as frentes de trabalho e exaustão do ar contaminado.

Porém, mesmo com todas as medidas de proteção individual e coletiva, percebe-se que o ambiente possui uma atmosfera “pesada” e com partículas em suspensão, principalmente nas frentes de lavra.

4.1.2.6 Análise dos ambientes das minas subterrâneas

Analisando os ambientes de trabalho das minas estudadas e comparando com os relatos de autores sobre as condições e as consequências de ambientes de trabalho descontextualizados para a saúde humana, pode-se concluir que o ambiente de uma mina subterrânea pode trazer, ao longo da vida laboral do trabalhador, principalmente, os seguintes problemas, em maior ou menor intensidade:

- maior risco de acidentes devido ao ambiente e condições de trabalho;
- desidratação pelo trabalho em temperaturas elevadas;
- aumento da pressão arterial pelo trabalho em temperaturas elevadas e ruidosas;

- maior dificuldade para percepção dos sinais devido ao trabalho em ambiente com pouca iluminação;
- maior dificuldade para tomar decisões devido às condições de temperatura e ruído do ambiente;
- redução de desempenho de tarefas mentais devido ao ambiente pouco iluminado, ruidoso e com elevada temperatura;
- surdez, fadiga e estresse pelo ambiente ruidoso;
- perda de equilíbrio pelo ambiente ruidoso e com altas temperaturas;
- lesões em ossos, juntas e tendões pela vibração transmitida dos equipamentos;
- dormência dos dedos, perda de coordenação motora e enjoo devido à vibração dos equipamentos;
- problemas respiratórios devido à alta concentração de agentes químicos no ambiente confinado da mina.

4.1.3 Etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea

As etapas do ciclo de trabalho das minas subterrâneas estudadas estão em conformidade com as etapas descritas por Thomas (1979), Hartman e Mutmanský (2002) e Hustrulid (2001).

Desta forma, apresenta-se a seguir na Figura 23 uma representação gráfica destas etapas juntamente com as etapas de apoio, como o planejamento da mina, que inclui a geologia, a sondagem e a topografia, a administração e a manutenção. Estas etapas, por serem de apoio, não participam diretamente da rotina da mina e, portanto, não estão diretamente expostas aos riscos e problemas de segurança do ambiente subterrâneo.

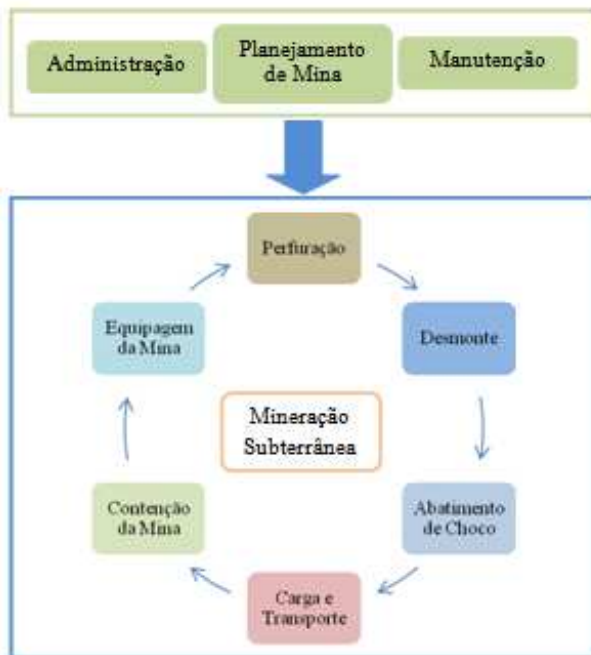


Figura 23: Etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea.

Dentre as etapas de apoio, serão descritas neste item as que envolvem o planejamento da mina (geologia, topografia e sondagem), por serem as mais envolvidas com o ambiente subterrâneo, como forma de ajudar na compreensão do funcionamento da mina. Porém, elas não serão abordadas no modelo conceitual proposto, que é restrito às etapas ligadas diretamente com a operação da mina.

4.1.3.1 Planejamento de mina

O planejamento da mina é feito por engenheiros, geólogos, topógrafos e técnicos e tem a responsabilidade de determinar a melhor forma de extração do minério da jazida. Ele é feito inicialmente em função dos dados e informações fornecidos pela geologia, topografia e sondagem.

As informações coletadas no campo pela topografia, geologia e sondagem são regularmente inseridas em *software* especializado de geologia e planejamento de mina subterrânea, para modelar a jazida e planejar as aberturas dos acessos principais, níveis de pesquisas,

desenvolvimento complementar da mina e a extração do minério.

O planejamento da mina é baseado em cinco pontos primordiais, que são:

- a reserva mineral, incluindo a conversão, a diluição e a recuperação da jazida;
- a definição da metodologia da lavra e do desenvolvimento da mina;
- os controles operacionais, utilização, disponibilidade e função do equipamento;
- o desenho da mina para longo, médio e curto prazo;
- o investimento financeiro, incluindo custos e lucros.

Na empresa analisada, o planejamento está dividido em planejamento de longo prazo e planejamento de curto e médio prazo.

No primeiro, a empresa se preocupa com a jazida e o projeto na sua totalidade, principalmente com os seguintes itens:

- definição e objetivos do projeto;
- custos para implantação e operação;
- metodologia de lavra;
- dimensionamento de equipamentos;
- produção e exaustão da mina;
- como dividir a mina para atender à produção de minério;
- novas pesquisas geológicas.

A Mineração Serra Grande faz o planejamento de curto e médio prazo para o período de um ano, o qual determina mês a mês a quantidade de minério e estéril que deve ser produzida, e também em que locais da mina esta produção deve acontecer. Este planejamento e as suas respectivas alterações são feitos de forma integrada com o planejamento de longo prazo.

4.1.3.2 Perfuração

Esta etapa do ciclo de trabalho é responsável pela elaboração dos furos na rocha para colocação dos explosivos para desmontá-la. Os furos são executados de acordo com um projeto, denominado de plano de fogo, que é responsável pelo dimensionamento, distribuição espacial e carregamento destes furos. (ROY, 2005).

Foi observado, durante o estudo de campo, que a perfuração na rocha é feita de forma manual ou mecanizada, a depender do local, onde o diferencial é o tipo de equipamento utilizado e as dimensões dos furos.

No caso da perfuração manual, é utilizada uma perfuratriz manual, com comando manual e avanço pneumático, e, no caso da perfuração mecanizada, é utilizado um jumbo, que possui as perfuratrizes montadas em um chassi e tem seus comandos acionados de forma hidráulica.

De acordo com as observações de campo, a atividade de perfuração requer:

- esforço físico do trabalhador para montar e desmontar as redes de água, energia e ar comprimido que abastecem os equipamentos de perfuração;
- esforço físico para operar as perfuratrizes manuais e sobre equipamentos;
- postura de pé durante a execução do trabalho;
- carga mental de percepção, atenção, conhecimentos e decisões rápidas para posicionar e efetuar os furos na rocha e perceber blocos de rocha semissoltos (chocos) que possam desmoronar.

Antes de executar a perfuração, a rocha é marcada, com base no plano de fogo, nos locais onde estes furos deverão ser feitos. Esta atividade é denominada de marcação da frente.

No estudo de campo, foram observados todos os detalhes das atividades desta etapa, incluindo a marcação da frente, a checagem dos insumos (água, energia e ar comprimido) posicionamento do equipamento e elaboração dos furos.

4.1.3.2.1 Marcação da frente para perfuração

A seguir são relatadas as informações observadas no estudo de campo para esta etapa do ciclo, sistematizadas na forma de objetivo da etapa, atividades, descrição dos procedimentos para realizar as atividades, equipamentos e pessoal utilizado.

Objetivo

- Demarcar, nas frentes de produção, os locais onde serão feitos os furos para desmonte com explosivos.

Atividades

- Lavar o local a ser marcado;
- Inspeccionar o local a ser marcado quanto ao aparecimento de choco;
- Inspeccionar o local a ser marcado quanto à falha de detonação de furos anteriores;

- Inspecionar a geologia do local a ser marcado;
- Ler o projeto;
- Marcar a frente com tinta.

Descrição dos procedimentos para realizar as atividades

- Lavagem com água pressurizada de toda a frente a ser perfurada, inclusive nos seus arredores;
- Conferência visual e através de toque com a alavanca do abatimento de choco, feito na área da detonação anterior, em toda seção a ser marcada e também a uma distância de até sete metros nos arredores do local;
- Inspeção visual de toda a frente à procura de fogo falhado (furo não detonado) lavando com água pressurizada todas as socas (restos de furos);
- Observação visual da mineralização na frente a ser marcada, com respectiva comparação sobre as informações do projeto disponibilizado para esta área;
- Leitura do projeto topográfico, conferindo os números dos pontos topográficos, escala, azimute e distâncias;
- Marcação dos furos com tinta na frente de trabalho, utilizando as informações geológicas e topográficas.

Equipamentos e insumos utilizados

- Mangueiras de água com pressão;
- Escada ou plataforma de apoio;
- Alavanca;
- Projeto geológico e topográfico (planejamento de curto prazo);
- Bússola, estação total e trena;
- Tinta e bastão.

Pessoal utilizado nas atividades

- 1 supervisor do turno;
- 1 auxiliar de perfuração;
- 1 auxiliar de serviços gerais.

A Figura 24 a seguir ilustra a atividade de marcação de frente na Mina Palmeiras.



Figura 24: Marcação da frente para execução dos furos.
Fonte: Acervo pessoal.

4.1.3.2.2 Perfuração da frente

A seguir são relatadas as informações observadas no estudo de campo para esta etapa do ciclo, sistematizadas na forma de objetivo da etapa, atividades, descrição dos procedimentos para realizar as atividades, equipamentos e pessoal utilizado.

Objetivo

- Executar os furos nos locais marcados para receberem a carga de explosivos.

Atividades

- Checar os insumos;
- Checar o equipamento de perfuração;
- Posicionar o equipamento de perfuração;
- Executar os furos.

Descrição dos procedimentos para realizar as atividades

- Verificar o local e a distância, bem como checar a disponibilidade de água, ar comprimido e energia para abastecer o equipamento de perfuração;
- Inspeccionar visualmente, e através dos marcadores, o

equipamento de perfuração, sobre a sua partida, vazamentos, pressão hidráulica, níveis de água e óleo;

- Deslocar o equipamento do local da inspeção para o local de operação e posicioná-lo de acordo com o planejamento dos furos marcados;
- Executar os furos, de acordo com a marcação da frente;
- Ao final da perfuração, desmobilizar os insumos e deslocar o equipamento para outra frente de trabalho;

Equipamentos e insumos utilizados

- Perfuratriz manual ou jumbo;
- Mangueiras de pressão;
- Material de perfuração (hastes, luvas, *bit* e punho);
- Água, energia e ar comprimido.

Pessoal utilizado nas atividades

- 1 supervisor do turno;
- 1 operador de jumbo ou operador de perfuratriz manual;
- 1 auxiliar de perfuração.

As Figuras 25 e 26 a seguir ilustram a atividade de perfuração com jumbo em uma galeria e em uma frente de lavra.



Figura 25: Perfuração com jumbo em galeria.

Fonte: Acervo pessoal.



Figura 26: Perfuração com jumbo em frente de lava.
 Fonte: Acervo pessoal.

Fechando esta etapa de perfuração, apresenta-se, a seguir, dois exemplos sobre os dados técnicos e operacionais de duas frentes de perfuração, observadas quando da elaboração do estudo de campo, e o desenho de um plano de fogo de uma galeria.

Exemplo 1: Dimensionamento da perfuração (modelo completo)

- Direção dos furos = Az 93°00'00"
- Seção a ser perfurada = 45 m × 4,20 m
- Inclinação dos furos = 1%
- Perfuração Efetiva (PE) = 2,70 m
- Afastamento dos furos do pilão = 25 cm
- Espaçamentos dos furos do pilão = 25 cm
- Distância dos demais furos = 80 cm a 90 cm
- Tempo de inspeções e instalações = aproximadamente 15 minutos
- Tempo gasto com abatimento de choco = 12 minutos
- Tempo gasto para fazer um furo = 02 minutos e 15 segundos
- Tempo gasto para alargar um furo = 05 minutos e 47 segundos
- Numero de furos executados = 53
- Numero de furos alargados = 04
- Malha de furos para contenção de teto = 1,5 m × 2,0 m
- Diâmetro dos furos = 51 mm para carregamento e 45 mm para contenções

- Diâmetro dos furos alargados = 102 mm
- Voltagem usada pelo jumbo = 440 volts
- Pressão de água na bomba = 19 Kgf
- Pressão de água na frente = 9 Kgf
- Pressão de rotação = 200 bar
- Pressão do avanço = 80 bar
- Pressão de percussão = 35 bar
- Total de tempo gasto para perfurar a frente = 2 horas aproximadamente.

Exemplo 2: Dimensionamento da perfuração
(modelo simplificado)

- Seção a ser perfurada = 4,50 m × 4,50 m
- Raio da curvatura da seção = 2,25 m
- Tipo de rocha = mica cloritaxisto
- Área da seção = 18,08 m²
- Perímetro da seção = 16,07 m
- Ø dos furos executados = 45 mm
- Comprimento furos executados = 3,20 m
- Número de furos carregados com explosivos = 53
- Número de furos alargados para alívio do desmonte = 04
- Tempo gasto na furação = 1 hora e 30 minutos
- Tempo gasto com perfuração para tirantes = 45 minutos

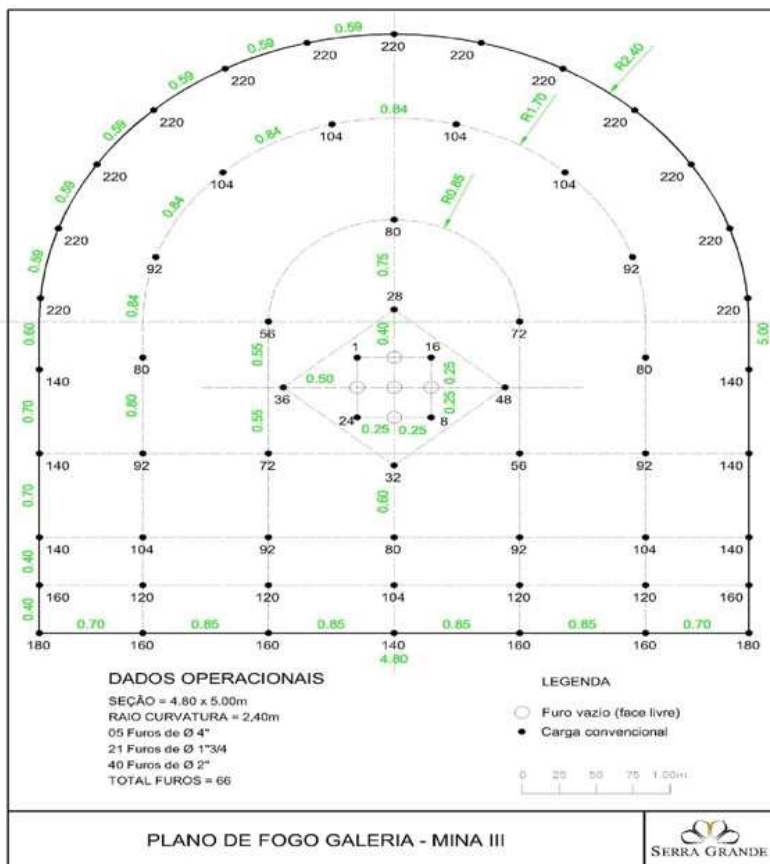


Figura 27 : Plano de fogo de uma galeria.

Fonte: Acervo pessoal.

4.1.3.3 Desmonte com explosivos

Esta etapa do ciclo de trabalho é responsável pelo desmonte da rocha com explosivos. Os explosivos são alojados dentro dos furos executados na etapa anterior, seguindo um projeto integrado com a perfuração denominado de plano de fogo, que é responsável pelo dimensionamento, distribuição espacial e carregamento com explosivos destes furos (ROY, 2005; HERRMANN, 1972).

As observações realizadas no estudo de campo desta etapa concluíram que os trabalhos requerem, além de esforços físicos e posturas inadequadas, uma carga atencional e percepção elevada, aliada

a uma qualificação específica para manusearem explosivos dentro de um ambiente subterrâneo.

O trabalho desta etapa se resume a preparar as cargas explosivas através da junção das espoletas com os “cartuchos de explosivos” e depois colocá-los nos furos que foram executados na rocha. Também faz parte dos riscos desta atividade o transporte e armazenagem dos explosivos, trabalho considerado perigoso por sofrer influências internas e externas, como condições do tempo, da rede de energia, do trânsito de veículos, dos equipamentos e das pessoas. Este trabalho também pode ser afetado pelos riscos de desmoronamentos do teto e das paredes da mina, para os quais se deve ter um controle efetivo e uma percepção do ambiente.

Desta forma, no estudo de campo, foram observados todos os detalhes das atividades desta etapa, incluindo o carregamento dos furos com explosivos, a amarração e a iniciação dos mesmos para realização do desmonte.

A seguir, são relatadas as informações observadas no estudo de campo para esta etapa do ciclo, sistematizadas na forma de objetivo da etapa, atividades, descrição dos procedimentos para realizar as atividades, equipamentos e pessoal utilizados.

Objetivo

- Desmontar a rocha com explosivos, de modo a produzir minério ou avançar e desenvolver a mina.

Atividades

- Isolar o local da operação para evitar acesso de estranhos e equipamentos;
- Inspeccionar os furos a serem carregados;
- Transportar os explosivos e acessórios;
- Distribuir os acessórios nos furos;
- Carregar os furos com explosivos e acessórios;
- Fazer a ligação dos furos;
- Iniciar o desmonte.

Descrição dos procedimentos para realizar as atividades

- Proceder ao isolamento do local com fita zebra para evitar que pessoas e equipamentos não autorizados transitem no local onde está sendo feito o carregamento dos furos com explosivos;

- Soprar os furos com ar comprimido e água, procedendo a sua lavagem, para retirar restos de fragmentos de rocha e lama;
- Conferir a profundidade dos furos com bastão graduado para certificação da carga explosiva que este deve receber;
- Carregar e transportar os explosivos e acessórios dos paióis até o local de uso. O transporte é feito parte na superfície e parte dentro da mina;
- Distribuir os acessórios (espoletas e iniciadores) nos furos, de acordo com os tempos planejados no plano de fogo;
- Carregar os furos com explosivos e fazer o seu tamponamento com material estéril e bastão de madeira, de acordo com as indicações do plano de fogo;
- Fazer a interligação dos furos para preparar a iniciação do desmonte;
- Certificação da evacuação da mina. O procedimento de desmonte é feito ao final do turno, quando os trabalhadores já saíram da mina e o outro turno ainda não entrou, para garantir uma evacuação total da mina;
- Iniciação do desmonte através da queima do estopim que dará sequência na iniciação da espoleta e consequentemente dos explosivos. Esta iniciação sempre é feita com dois trabalhadores e o tempo de queima do estopim é suficiente para que os trabalhadores se desloquem a um local seguro antes da iniciação dos explosivos;
- Deslocamento para a superfície em veículos próprios.

Equipamentos e insumos utilizados

- Mangueiras de água e ar comprimido;
- Escada e plataforma de apoio;
- Bastão graduado;
- Explosivos e acessórios;
- Carregador de explosivos;
- Veículo de apoio.

Pessoal utilizado nas atividades

- 1 supervisor do turno;
- 1 *blaster* (pessoa autorizada para manusear explosivos);
- 2 auxiliares de desmonte;
- 1 motorista.

Com execução do desmonte no horário de troca de turno, os gases produzidos por ele são dissipados pela ventilação da mina em períodos que variam de 1 a 2 horas, que é o tempo de retorno das atividades neste local para continuar as etapas do ciclo.

A Figura 28 ilustra o procedimento de carregamento dos furos de uma frente de lavra da Mina III utilizando um carregador de explosivos.



Figura 28: Carregamento de explosivos nos furos com carregador pneumático.

Fonte: Acervo pessoal.

4.1.3.4 Abatimento de choco

Esta etapa do ciclo de trabalho é responsável por liberar a frente após a detonação para dar continuidade ao ciclo de trabalho. Esta etapa é considerada por Almeida (2004), Faria (2008), Duzgun e Einstein (2004) e Trakofler et al. (2005) como as maiores causadoras de acidentes em minas subterrâneas.

Nesta etapa do processo, foi observado que a frente de trabalho detonada é revisada e o material desmontado é preparado para limpeza. Este procedimento é feito sempre com dois funcionários por questões de segurança.

Ficou comprovado, no estudo de campo, que a atividade manual demanda um elevado esforço físico para manusear a alavanca e derrubar os blocos, juntamente com uma postura elevada dos membros superiores por longos períodos. O abatimento de choco realizado de forma manual ou por *scaler* necessita de uma percepção sobre o ambiente subterrâneo

e decisões acertadas, pelo alto risco de acidente apresentado por desmoronamento dos blocos de rocha do teto e paredes da mina.

No estudo de campo, foram observados os detalhes das atividades desta etapa, incluindo a lavagem da frente de trabalho e a metodologia para abatimento do choco e liberação da frente de trabalho.

A seguir são relatadas as informações observadas no estudo de campo para esta etapa do ciclo, sistematizadas na forma de objetivo da etapa, atividades, descrição dos procedimentos para realizar as atividades, equipamentos e pessoal utilizados.

Objetivos

- Abater o choco do teto e paredes da mina;
- Lavar a frente e o material desmontado para dar mais segurança nas operações posteriores.

Atividades

- Lavar a frente e o material detonado;
- Inspeccionar o teto e paredes detonados e seus arredores;
- Bater o choco;
- Liberar a frente para limpeza;
- Revisar o choco após a limpeza da frente;

Descrição dos procedimentos para realizar as atividades

- Lavagem da frente desmontada e também do material desmontado que está no piso, iniciando o processo aproximadamente sete metros antes do local detonado, considerado como zona de influência do desmonte;
- Inspeção visual do local (teto e paredes) que foi detonado, à procura de choco;
- Abatimento do choco nas paredes e no teto da mina, sempre posicionado em local seguro;
- Conferência se ainda existe choco no local, através de inspeção visual e batimento do local com a alavanca;
- Liberação da frente para limpeza do material desmontado;
- Após a finalização da limpeza, realização de nova inspeção sobre o choco, através de inspeções visuais e batidas no local com alavanca;
- Liberação da frente de trabalho.

Equipamentos e insumos utilizados

- Mangueiras de água;
- Escada e plataforma de apoio;
- Alavanca;

Pessoal utilizado nas atividades

- 1 supervisor do turno;
- 2 auxiliares de perfuração.

A Figura 29 ilustra o procedimento de abatimento de choco manual.



Figura 29: Procedimento de abatimento manual de choco.

Fonte: Arruda et al. (2006).

4.1.3.5 Carregamento e transporte (limpeza da frente)

Esta etapa conjugada é considerada a última do ciclo produtivo da mina subterrânea, porque é responsável pela retirada e transporte do material desmontado da frente detonada. O carregamento do material é realizado por carregadeiras que fazem operações conjugadas com os caminhões de transporte, tendo como principal objetivo a remoção do material após o desmonte, sendo ele estéril ou minério.

Foi observado que o tempo médio para carregar um caminhão é cerca de oito minutos, com quatro operações completas da carregadeira.

Foi observado também que, no processo da Mineração Serra Grande, o estéril, por sua vez, tem seu destino um pouco diferente, nas minas que praticam os métodos de lavra corte e enchimento ou

subníveis, que utilizam o estéril para o preenchimento dos locais já lavrados, diminuindo os custos com o seu transporte.

Antes de proceder à limpeza da frente e após a detonação, é feito o processo de lavar e abater o choco, já descrito no item anterior. A lavagem do material desmontado é responsável por eliminar mais de 80% da poeira feita na hora da retirada do material.

As questões atencionais e perceptivas, nestas etapas, são fundamentais, conforme as observações do estudo de campo, para operarem carregadeiras e dirigir caminhões, devido aos arranjos físicos dos equipamentos, pelo confinamento e pela visibilidade do ambiente.

No estudo de campo, também foram observados todos os detalhes das atividades desta etapa, incluindo a conjugação das operações de carga e de transporte do material desmontado, bem como os procedimentos utilizados para desenvolver estas operações.

A seguir são relatadas as informações observadas no estudo de campo para esta etapa do ciclo, sistematizadas na forma de objetivo da etapa, atividades, descrição dos procedimentos para realizar as atividades, equipamentos e pessoal utilizados.

Objetivos

- Limpar a frente de trabalho para dar continuidade ao ciclo;
- Disponibilizar o minério para ser processado.

Atividades

- Checar os equipamentos;
- Posicionar os equipamentos;
- Operar a carregadeira dentro da mina;
- Carregar o material desmontado;
- Dirigir o caminhão dentro e fora da mina
- Transportar o material desmontado;

Descrição dos procedimentos para realizar as atividades

- Inspecionar visualmente, e através dos marcadores, a carregadeira e os caminhões, sobre a sua partida, vazamentos, pressão hidráulica, níveis de água e óleo;
- Deslocar a carregadeira e os caminhões para o local a ser limpo;
- Carregar a carregadeira com o material desmontado que está no piso;
- Deslocar a carregadeira com a concha cheia até o caminhão no ponto de carga;

- Descarregar o material na caçamba do caminhão;
- Retornar a carregadeira para encher novamente a concha e levar até completar a carga do caminhão;
- Deslocar o caminhão carregado da frente de desmonte para a usina de beneficiamento, se minério, ou para locais lavrados ou depósitos de bota fora, se estéril;
- Retornar o caminhão para ser novamente carregado;

Equipamentos e insumos utilizados

- Carregadeira tipo LHD ou convencional;
- Caminhões rebaixados tipo AD30.

Pessoal utilizado nas atividades

- 1 supervisor de turno;
- 1 operador de carregadeira;
- 3 motoristas.

As Figuras 30 e 31 a seguir ilustram os procedimentos de carga e transporte de rocha nas minas estudadas.



Figura 30: Carregamento de rocha no caminhão por uma carregadeira LHD.

Fonte: Acervo pessoal.



Figura 31: Transporte de rocha no caminhão rebaixado.
Fonte: Acervo pessoal.

4.1.3.6 Contenção da mina

As atividades de escavação da rocha no subsolo, através da abertura de rampas, poços, galerias, chaminés e desmonte do minério, promovem um desequilíbrio estrutural no maciço rochoso, o qual procura buscar um novo equilíbrio, podendo produzir para isto: deformações e saliência nos tetos e nas laterais da área escavada; deslocamento de teto e laterais (choco); movimentação de blocos (cunhas) nos planos de descontinuidades geológicas existentes; quebra mecânica de tetos e laterais das escavações (TROTTER; KOPESCHNY, 1997).

Para minimizar os efeitos do desequilíbrio nas escavações, são aplicados alguns procedimentos de rotina como: abatimento de choco (tetos e laterais); controle de detonação (planos de fogo, monitoramento sísmicos etc.); contenção de tetos e laterais adequados ao tipo das escavações.

No estudo de campo, foi observado que, na etapa de contenção, as altas cargas física e mental, através de esforços e posturas para executar furos e colocar os artefatos de contenção, juntamente com a ampla percepção, atenção e decisão rápida para realizar as contenções do teto e paredes, são devidas ao desenvolvimento dos trabalhos diretamente no teto e nas paredes da mina, sendo estes locais consagrados como de alto risco de desmoronamento de blocos de rocha (choco).

No estudo de campo, foram verificados os principais tipos de contenções disponíveis, porém a que acontece com maior frequência é o atirantamento do teto, através de várias técnicas, as quais estão descritas a seguir, incluindo objetivo, atividades e as suas operações.

Objetivo

- Estabilizar as frentes de trabalho detonadas, o maciço rochoso e, conseqüentemente, a mina como um todo, através de contenções das áreas escavadas.

Atividades

- Perfurar o teto e a parede a ser estabilizada;
- Inserir os tirantes nos furos;
- Monitorar os tirantes.

Descrição dos procedimentos para realizar as atividades

- Deslocar a perfuratriz e a plataforma para o local a ser contido;
- Marcar os furos;
- Executar os furos nos locais demarcados pela geologia;
- Injetar o tirante e a argamassa no furo;
- Monitorar a injeção da argamassa e fixação do tirante;
- Desmobilizar equipamentos e pessoal.

Equipamentos e insumos utilizados

- Jumbo;
- Plataforma de trabalho;
- Tirantes;
- Argamassa.

Pessoal utilizado nas atividades

- 1 supervisor de turno;
- 1 operador de jumbo;
- 1 motorista;
- 2 auxiliares.

A seguir são apresentados os procedimentos, tipos e características das contenções observadas ao longo do estudo de campo.

4.1.3.6.1 Procedimentos para escolha das contenções de tetos e laterais

A contenção de tetos e laterais feita nas minas estudadas tem como objetivo melhorar as características de resistência do maciço rochoso. A escolha do tipo de contenção para a mina é feita baseada nos seguintes itens:

- Tipo e característica da rocha (resistência, grau de fraturas e alterações geológicas);
- Classificação do maciço rochoso;
- Resistência requerida (capacidade de suporte do tirante);
- *Layout* da escavação (tipo, tamanho);
- Durabilidade da abertura (temporária ou permanente);
- Presença de água.

A determinação do espaçamento ou da malha de aplicação das contenções baseia-se nos seguintes fatores:

- Condição geológica da área;
- Resistência mínima da contenção;
- Tamanho máximo dos blocos com potencial de queda.

4.1.3.6.2 Tipos de contenções utilizadas

No estudo de campo, foram observados os seguintes tipos e respectivas características:

Tirantes rígidos

De uso rotineiro nas minas e possuem as seguintes características:

- Fabricado de ferro nervurado CA 50;
- O comprimento varia de 2,4 a 2,7 metros, com diâmetro de 5/8”;
- A ancoragem pode ser feita com cimento fosseco ou argamassa;
- Possui capacidade de carga de:
 - 10 a 12 toneladas após 2 horas de cura (Cimento fosseco);
 - 10 a 12 toneladas após 10 horas de cura (Argamassa);
- Apresenta boa consistência e facilidade de aplicação;

Cabos de aço

É utilizado em situações que exigem um maior esforço e possui as seguintes características:

- O comprimento varia de 5,4 a 7,2 metros, com diâmetro de $\frac{1}{2}$ ”;
- A aplicação é feita com cimento ou argamassa;
- Possui alta capacidade de suporte e durabilidade;
- Possui capacidade de carga de 10 a 15 toneladas após 12 horas de cura (argamassa);
- Possui capacidade de carga de 23 a 27 toneladas após 24 horas de cura (argamassa).

Swellex

É um tipo de reforço semelhante a uma cavilha, utilizado em quase todas as situações e que possui as seguintes características:

- Possui dimensões variadas e capacidade de suporte de 12 toneladas;
- Possui pré-tensionamento imediato de 2 toneladas;
- É aplicado com água pressurizada (300 bares);
- Necessita de controle da furação.

Sistemas de suporte artificial (enchimento)

Os sistemas de suporte artificial observados foram: enchimento com *Back Fill* e *Rock Fill*. Estes sistemas buscam as seguintes condições:

- Garantir a estabilidade da mina por um longo prazo, por meio do enchimento de vãos livres de grandes dimensões (potencialmente instáveis);
- Controlar deslocamentos nas proximidades dos vãos;
- Aproveitamento do rejeito da mina e da planta.

Outros tipos de contenção observadas em menor grau de aplicação foram:

- cambotas metálicas;
- telas metálicas;
- concreto projetado;
- “fogueiras de madeira”;
- acintamento de pilares;
- pilar chitombo;
- parafuso com resina.

4.1.3.6.3 Meios de monitoramento

Os meios de monitoramento observados para a estabilização das escavações foram hidrogeológico, teste de contenção dos tirantes e monitoramento das convergências das escavações.

O monitoramento hidrogeológico é feito no lençol freático, através de furos de sonda, para observar as possíveis variações do nível da água no maciço rochoso.

Os testes de contenção em tirantes, cabeamentos e *swellex* servem para medir a qualidade da sustentação no local contido. Ele é feito por um aparelho com o nome de *smart cable*, que é montado em um cabo ou tirante já fixado no teto e, de acordo com a pressão exigida, é feito o teste.

Após a aplicação da carga de teste, sabe-se se o tirante está ou não desenvolvendo a sua função, que é conter a carga do maciço rochoso.

O monitoramento pela seção de convergência serve para verificar se a escavação está sofrendo deslocamentos. Ela é feita colocando três pinos, um em cada parede, e um no teto da escavação, e, esticado sobre eles, um fio e um conversor que vão informar se há movimentação no maciço rochoso através de uma pressão quando eles são esticados.

As Figuras de 32 a 35 a seguir ilustram tipos de contenção e monitoramentos observados durante o estudo de campo.



Figura 32 : Contenção do teto da mina com tirantes e tela.
Fonte: Acervo pessoal.



Figura 33: Contenção do teto e parede da mina com cambotas metálicas e concreto.
Fonte: Acervo pessoal.



Figura 34: Contenção do teto e parede da mina com concreto projetado.
Fonte: Acervo pessoal.



Figura 35: Monitoramento da escavação pelo método de seção de convergência.

Fonte: Acervo pessoal.

4.1.3.7 Equipagem da mina

A equipagem da mina é feita de acordo com o avanço das frentes de trabalho, ou quando há necessidade, oferecendo sempre as melhores condições de trabalho para equipamentos e trabalhadores.

Uma frente só consegue avançar se a equipagem da infraestrutura estiver avançando junto com ela através da montagem dos seguintes itens:

- Avanço dos cabos e painel elétrico que será usado pelo jumbo ou demais equipamentos;
- Avanço de tubulações de água e ar comprimido;
- Suportes nas paredes para cabo do jumbo;
- Tubo para ventilação das frentes de trabalho.

Foram observadas, durante a permanência na mina, quando do desenvolvimento do estudo de campo, todas as atividades desta etapa, em várias frentes de trabalho e condições ambientais.

As descrições das observações estão sistematizadas a seguir, na forma de objetivo, atividades e descrição dos procedimentos, equipamento e pessoal, considerando que algumas atividades desta etapa são feitas em conjunto com outras etapas, como a perfuração, por exemplo.

Objetivo

- Disponibilizar energia, água, ar comprimido e ventilação para as frentes de trabalho.

Atividades

- Fixar cabos e painel elétrico;
- Fixar e montar rede de água, ar comprimido e ventilação.

Descrição dos procedimentos para realizar as atividades

- Deslocar plataforma de trabalho para o local a ser equipado;
- Desligar rede elétrica local;
- Deslocar cabo elétrico e respectivo painel para próximo da frente de trabalho;
- Fixação do cabo na parede e no teto da mina;
- Fixação do painel elétrico em novo local da parede da mina;
- Energização e teste do novo ponto de energia;
- Desligar rede de água, ar comprimido e ventilação local;
- Fixar as tubulações de água, ar comprimido e ventilação nas paredes e no teto da mina;
- Fazer a emenda das novas tubulações com as anteriores;
- Ligar as redes de água, ar comprimido e ventilação;
- Testar as tubulações montadas;

Equipamentos e insumos utilizados

- Plataforma de apoio;
- Escada;
- Ferramentas manuais;
- Cabo elétrico;
- Tubulação de água, ar comprimido e ventilação.

Pessoal utilizado nas atividades

- 1 supervisor de turno;
- 1 operador de plataforma;
- 3 auxiliares.

4.1.3.8 Atividade de supervisão de turno

Foi observado que o supervisor que vai assumir o turno chega ao escritório uma hora antes do término do turno que está trabalhando, para ser notificado dos acontecimentos do turno anterior e fazer a programação para conduzir as atividades do seu turno.

Também foi observado que, ao assumir o turno, o supervisor faz uma pequena reunião com sua equipe, informando as práticas-padrão de atividades ou relatando algum acontecimento, sempre alertando sobre as atividades do dia a dia em relação à segurança do trabalho.

Com base no que ocorreu no turno anterior, o supervisor elabora um roteiro de atividades para cada trabalhador da sua equipe, com o seguinte conteúdo:

- Lavar e abater o choco no local “X”, porque foi detonado no turno anterior;
- Logo após a lavagem e abatimento do choco, fazer a limpeza do material detonado;
- Marcar a frente “Y” porque ela já foi limpa e lavada;
- Deslocar jumbo para frente “Y” para dar início à furação;
- Fazer o carregamento com explosivos das frentes “Z” e “K”, porque estas tiveram a furação concluída no turno anterior;
- Terminado o carregamento com explosivos das frentes “Z” e “K”, deslocar-se até a frente “Y” para fazer o carregamento, porque ela já deve ter terminado a furação;
- Após limpeza da frente “X”, providenciar a marcação e o deslocamento do jumbo;
- Lançar tubulação de ventilação no local “F” porque a ventilação já está distante da frente de trabalho;
- Lançar tubulação de ar comprimido e água no local “B”, porque os mesmos já estão distantes da frente de trabalho;
- Deslocar cabo elétrico e painel da frente “N” para mais próximo do local de uso.

Para executar estas atividades, o supervisor conta com um veículo para se deslocar e fiscalizar todas as frentes, dando apoio completo em caso de falta de material ou quebra ou falta de equipamento, requisitando ou notificando a manutenção para a correção.

Também foi observado que o supervisor, ao longo do turno, já vai preparando o próximo, de forma que não falem condições e material para que a mina dê continuidade às suas atividades.

Para desenvolver suas atividades, foi observado que os supervisores e suas equipes também devem checar e providenciar os seguintes insumos, condições e operações:

- Água para lavar a frente e ser usada pelo jumbo na perfuração;
- Ar comprimido para ser usado na perfuração e no carregador de explosivos;
- Ventiladores e tubulações para ventilar as frentes de trabalho;

- Abertura de nichos para colocar painéis elétricos de energia;
- Cabos elétricos para alimentar os painéis elétricos dos nichos;
- Estaleiros para guardar ferramentas de uso nas frentes de trabalho;
- Melhoria das pistas onde o tráfego de equipamentos é intenso;
- Canaletas e tubos de drenos para drenagem da água na pista;
- Caixas de água para recolher a água de infiltração dentro da mina;
- Bombeamento de água para as frentes de trabalho;
- Inspeção e manutenção da rampa principal que dá acesso a toda a mina;
- Inspeção e manutenção nos alargamentos, nos pontos de carga, nas travessas e no paiol;
- Inspeção e manutenção nos acessos aos corpos de minérios para operação de lavra;
- Inspeção e manutenção nas chaminés para ventilação;
- Inspeção e manutenção na saída de emergência e nas câmaras de refúgio.

Este capítulo discorreu sobre o resultado das observações do estudo de campo e as devidas comparações e análises com a fundamentação teórica. A partir destes dados, o pesquisador desenvolveu a proposta do modelo conceitual de GSST, apresentado no próximo capítulo.

5 PROPOSTA DO MODELO CONCEITUAL DE GSST PARA A MINERAÇÃO SUBTERRÂNEA INCORPORADO COM OS PRINCÍPIOS ERGONÔMICOS

Neste capítulo, apresenta-se o modelo conceitual desenvolvido neste estudo, com base na fundamentação teórica e prática, levantada em revisões bibliográficas e estudos de campo em minas subterrâneas.

No primeiro momento, serão apresentadas as justificativas da escolha do SGSST OHSAS 18.001 (2007) como referencial para o modelo conceitual proposto, além dos requisitos sobre este SGSST, incluindo um glossário para compreensão dos termos técnicos apresentados.

No segundo momento, será apresentada a estrutura física do modelo conceitual proposto.

O modelo conceitual de GSST aqui proposto possui como diferencial a incorporação dos princípios ergonômicos na sua estrutura, para ser integrado com o nível estratégico da empresa, de forma que venham a contribuir, juntamente com as demais práticas da segurança do trabalho, com a melhoria do ambiente de trabalho da mina subterrânea, promovendo a redução de acidentes e doenças ocupacionais, através de análises do trabalho e organizacionais.

Ao final deste capítulo, apresenta-se as principais discussões sobre o modelo e a sua pertinência em relação às questões, aos objetivos e aos pressupostos do estudo.

5.1 JUSTIFICATIVAS SOBRE A ESCOLHA DO SGSST OHSAS 18.001(2007)

Os principais critérios avaliados para escolher qual sistema seria utilizado no desenvolvimento do modelo foram:

- nível de participação em trabalhos de mineração subterrânea;
- estratégias de atuação;
- avaliação de resultados;
- facilidade de adaptações;
- abrangência e compreensão pelos níveis gerenciais e operacionais;

O nível de participação se refere ao nível de atuação e envolvimento que o sistema a ser escolhido deveria ter com os trabalhos de mina subterrânea. A questão foi escolher um determinado sistema que já atuasse em minas subterrâneas para trazer benefícios para o desenvolvimento do modelo.

As estratégias de atuação são as maneiras como os sistemas direcionam e focam os seus trabalhos e resultados para atingir objetivos, através do nível gerencial ou operacional. Neste caso, o sistema a escolher deveria focar seus resultados tanto no nível operacional quanto no estratégico da empresa.

A avaliação dos resultados está ligada à maneira como o sistema a escolher interpreta e quando utiliza estes resultados na sua estrutura. Está ligado ao processo de melhoria contínua. Conhecer como o sistema a escolher avalia seus resultados foi importante para saber como as mudanças seriam alcançadas.

A facilidade de adaptação como critério de escolha residiu no fato de que o sistema a ser escolhido apresentasse, na sua estrutura, condições que permitissem receber novos itens e incorporações sem que sofresse alterações nos seus objetivos.

Em relação ao critério de escolha, abrangência e compreensão, o estudo se refere ao fato de o sistema a ser escolhido possuir uma metodologia de implantação e operação que atinja todos os níveis da organização, principalmente o gerencial, e não apenas foque seus trabalhos no nível operacional.

Desta forma, analisando-se os principais SGSST, diretrizes e normas, como, por exemplo, BS 8800 (1996), ILO-OSH (2001), OHSAS 18.001 (2007) e NBR 18.801 (2010), entre outros, aquele que conseguiu atender melhor aos critérios sugeridos pela pesquisa, principalmente por ser o mais utilizado em projetos de mineração subterrânea, ser considerada uma norma e ter um foco gerencial, foi o SGSST OHSAS 18.001 (2007).

Nos itens que se seguem, serão apresentadas as principais considerações sobre esta norma, termos técnicos e definições utilizadas por ela, os principais requisitos recomendados para implantar um SGSST e, ao final, o modelo conceitual proposto, tendo-a como base.

5.2 OHSAS 18.001(2007) – CONSIDERAÇÕES, TERMOS E DEFINIÇÕES

5.2.1 Objetivo e campo de aplicação da norma OHSAS 18.001 (2007)

Esta norma da Série de Avaliação da Segurança e Saúde Ocupacional (OHSAS) especifica requisitos para um SGSST, para permitir a uma organização controlar os seus riscos de acidentes e doenças ocupacionais e melhorar seu desempenho da SST. Ela não estabelece critérios específicos de desempenho da SST nem fornece especificações detalhadas para o projeto de um sistema de gestão.

Neste contexto, o modelo apresentado vai estabelecer critérios de desempenho de SST baseados nos princípios ergonômicos.

Esta norma OHSAS 18.001(2007) é aplicável a qualquer organização que deseje:

- estabelecer um SGSST para eliminar ou minimizar riscos aos trabalhadores e a outras partes interessadas que possam estar expostas aos perigos de SST associados às suas atividades;
- implementar, manter e melhorar continuamente um SGSST;
- assegurar-se da conformidade com sua política de SST definida;
- demonstrar conformidade com a norma OHSAS 18.001 (2007) da seguinte forma:
 - fazendo uma autoavaliação e autodeclaração; ou
 - buscando a confirmação de sua conformidade por meio de partes que tenham interesse na organização, tais como clientes; ou
 - buscando a confirmação de sua autodeclaração por meio de uma parte externa à organização; ou
 - buscando a certificação/registro de seu SGSST por meio de uma organização externa.

Todos os requisitos desta norma se destinam a ser incorporados em qualquer SGSST. A extensão da aplicação dependerá de fatores como a política de SST da organização, a natureza de suas atividades e os riscos e a complexidade de suas operações.

A OHSAS 18.001 (2007) é direcionada à SST, e não a outras áreas de segurança e saúde, tais como programas de bem-estar de funcionários, segurança de produtos, danos à propriedade ou impactos ambientais.

5.2.2 Termos e definições

A norma escolhida utiliza e aplica termos e definições próprios que estão disponibilizados no glossário no Anexo II.

5.3 REQUISITOS DA OHSAS 18.001 (2007) PARA UM SGSST

Neste momento, apresenta-se apenas os itens e subitens dos requisitos da norma OHSAS 18.001 (2007), necessários para a organização implantar um SGSST. A descrição completa dos itens e subitens apresentados encontra-se no Anexo III.

Desta forma, os principais requisitos são:

- requisitos gerais;
- política de SST;
- planejamento, que compreende:
 - identificação de perigos, avaliação de riscos e determinação de controles;
 - requisitos legais e outros requisitos;
 - objetivos e programas;
- implementação e operação, que compreendem:
 - recursos, funções, responsabilidade, prestação de contas e autoridade;
 - competência, treinamento e conscientização;
 - comunicação, participação e consulta, subdividindo-se da seguinte forma:
 - ✓ comunicação
 - ✓ participação e consulta.
 - documentação;
 - controle de documentos;
 - controle operacional;
 - preparação e atendimento a emergências;

- verificação, abrangendo:
 - monitoramento e medição do desempenho;
 - avaliação do atendimento a requisitos legais e outros;
 - investigação de incidentes, não conformidades, ação corretiva e ação preventiva, subdividindo-se em:
 - ✓ investigação de incidentes;
 - ✓ não conformidade, ação corretiva e ação preventiva;
 - controle de registros;
 - auditoria interna;
- análise crítica pela direção.

5.4 PROPOSTA DO MODELO CONCEITUAL (ADAPTADO DA NORMA OHSAS 18.001 (2007))

O modelo conceitual apresentado a seguir foi desenvolvido especificamente para a mineração subterrânea, com base no Ciclo PDCA, nas etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea e nos princípios ergonômicos, incluindo a macroergonomia.

Desta forma, ele será apresentado em cinco itens, em que o primeiro se refere às políticas de SST, e os outros se referem às etapas do ciclo PDCA. Em cada item, aparecem as alterações e incorporações necessárias para atender aos objetivos do estudo.

O modelo é apresentado inicialmente em uma representação gráfica na Figura 36, mostrando os aspectos gerais do modelo, com base no ciclo da melhoria contínua, bem como as incorporações dos princípios ergonômicos. Na sequência, as etapas são detalhadas e discutidas.

5.4.1 Representação gráfica do modelo conceitual proposto

Nesta representação, procura-se mostrar como o modelo deve ser conduzido e aplicado a uma mina subterrânea e também como ele é avaliado, e suas ações, reconduzidas segundo o critério da melhoria contínua.

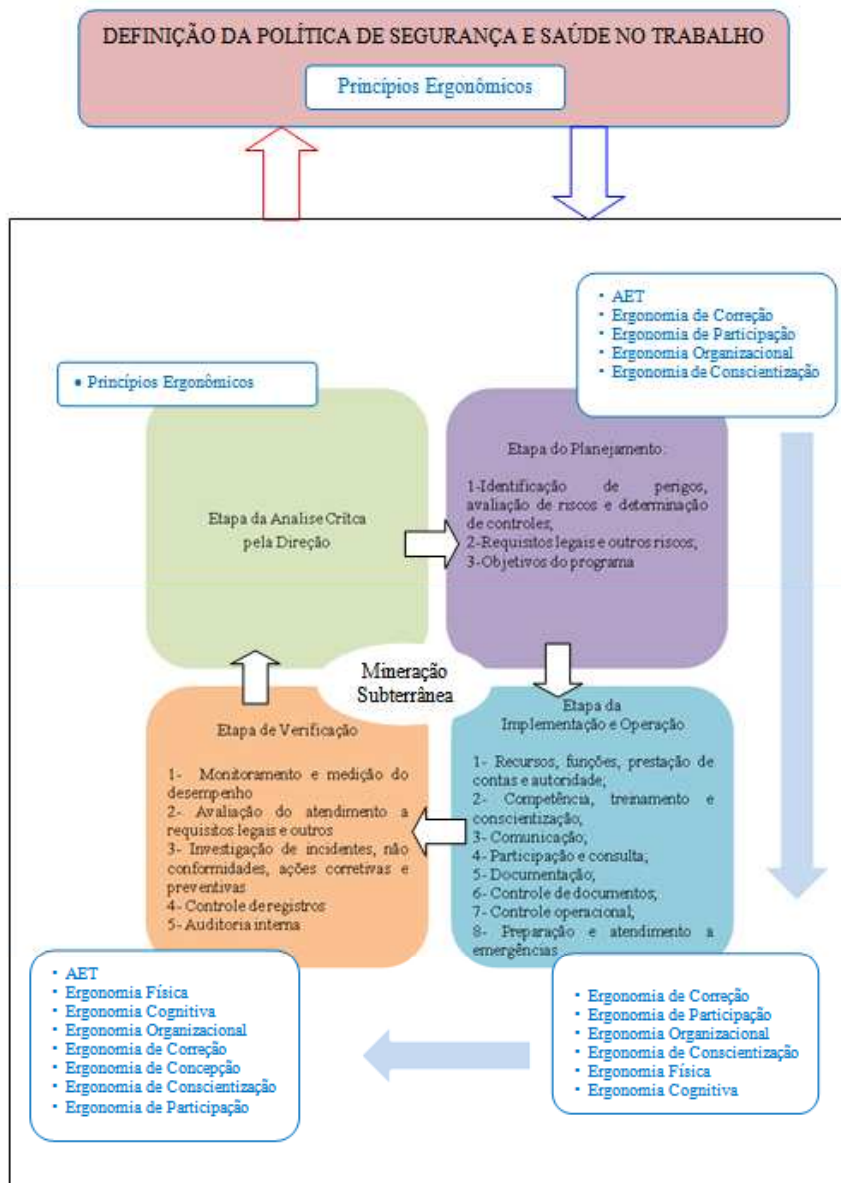


Figura 36: Modelo conceitual de GSST para mineração subterrânea.

Fonte: OHSAS 18.001 (2007) (Adaptado).

5.4.2 Descrição das etapas do modelo conceitual proposto

A seguir, apresentam-se as descrições das etapas e os passos sobre como o modelo conceitual proposto foi concebido e como deve ser conduzido, aplicado e avaliado em uma mina subterrânea. As contribuições da pesquisa aparecem em **negrito** em cada etapa, como forma de evidenciar o que é da norma e o que é proposto.

O modelo conceitual está dividido nos seguintes itens:

- definição da política de SST;
- etapa de planejamento;
- etapa de implementação e operação;
- etapa de verificação; e
- etapa de análise crítica pela direção.

Estes itens estão descritos e detalhados a seguir:

5.4.2.1 Definição da política de SST

A alta direção da organização deve definir e autorizar a política de SST da mina subterrânea e assegurar que, dentro do escopo definido de seu SGSST, a política:

- seja apropriada à natureza e escala dos riscos da **mina subterrânea**;
- inclua um comprometimento com a prevenção de lesões e doenças ocupacionais, **que possam ser adquiridas ou contraídas na mina subterrânea**, e com a melhoria contínua do SGSST e do desempenho da SST;
- inclua um comprometimento em atender aos requisitos legais aplicáveis e subscritos pela organização que se relacionem aos perigos **da mina subterrânea**;
- forneça o arcabouço para o estabelecimento e para a análise crítica dos objetivos da SST **na mina subterrânea**;
- seja documentada, implementada e mantida;
- seja comunicada a todas as pessoas que trabalhem **dentro da mina subterrânea ou fora dela (planejamento, manutenção, geologia, topografia e administração)**, com o intuito de que elas tenham ciência de suas obrigações individuais em relação à SST;
- esteja disponível às partes interessadas;
- seja periodicamente analisada criticamente para assegurar que permaneça pertinente e apropriada aos **trabalhos de mina subterrânea** para a organização; e

- **tenha os princípios da ergonomia inseridos na sua cultura organizacional e de SST.**

5.4.2.2 Etapa do planejamento

Nesta etapa do modelo conceitual, será definido:

- **O que fazer?;**
- **Quando fazer?;**
- **Onde fazer?;**
- **Como fazer?;** e
- **Quem fará?.**

Nesta etapa, também serão estabelecidos objetivos e processos necessários para atingir os resultados da melhoria do ambiente da mina subterrânea e a redução de acidentes, de acordo com a política definida de SST, através dos seguintes subitens:

5.4.2.2.1 Identificação de perigos, avaliação de riscos e determinação de controles

A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimentos para a identificação contínua de perigos, a avaliação de riscos e a determinação dos controles necessários **para a mina subterrânea.**

Os procedimentos para identificação de perigos e para avaliação de riscos **na mina subterrânea** devem levar em consideração:

- **as atividades das etapas do ciclo de trabalho na mina subterrânea (perfuração, desmonte, abatimento de choco, carregamento e transporte, contenção e equipagem da mina);**
- **as atividades de todas as pessoas que tenham acesso à mina subterrânea (incluindo terceirizados e visitantes);**
- **o comportamento humano, as capacidades e outros fatores humanos;**
- **os perigos identificados de origem externa à mina subterrânea (infiltração, tremores e problemas geotécnicos do maciço rochoso) capazes de afetar adversamente a saúde e a segurança das pessoas que estejam sob o controle da organização na mina subterrânea;**

- os perigos criados na vizinhança **da mina subterrânea** por atividades relacionadas ao trabalho (**construções e escavações**) sob o controle da organização;
- a infraestrutura, os equipamentos e os materiais **destinados à mina subterrânea**, sejam estes fornecidos pela organização ou por outros;
- mudanças ou propostas de mudanças na organização ou nas atividades ou materiais **da mina subterrânea**;
- modificações no SGSST, incluindo mudanças temporárias, bem como seus impactos nas operações, nos processos e nas atividades **da mina subterrânea**;
- qualquer obrigação legal aplicável relacionada à avaliação de risco e implementação dos controles necessários **à mina subterrânea**;
- o projeto **da mina subterrânea**, processos, instalações, maquinário, equipamentos, procedimentos operacionais e organização do trabalho, incluindo sua adaptação à capacidade humana.

A metodologia que a organização deve utilizar para a identificação de perigos e avaliação de riscos na mina subterrânea será a Análise Ergonômica do Trabalho – AET – que deve:

- ser definida em relação ao seu escopo, à sua natureza e ao seu momento oportuno para agir e assegurar que ela seja proativa ao invés de reativa;
- fornecer subsídios para a identificação, priorização e documentação dos riscos, bem como para a aplicação dos controles, como apropriado.

A AET também deve:

- **analisar as demandas das etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea;**
- **coletar informações sobre a empresa e sobre a mina subterrânea;**
- **levantar as características dos trabalhadores da mina subterrânea;**
- **escolher situações de análises dentro das etapas do ciclo de trabalho e da mina subterrânea;**
- **analisar as atividades do ciclo da mina subterrânea;**

- **fazer observações globais e abertas das atividades desenvolvidas nas etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea;**
- **elaborar um pré-diagnóstico sobre os trabalhos e sobre o ambiente da mina subterrânea;**
- **fazer observações sistemáticas no ambiente e nas etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea;**
- **analisar dados do ambiente e das etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea;**
- **validar os dados do ambiente e das etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea;**
- **elaborar diagnóstico final para o ambiente e para as etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea;**
- **elaborar recomendações e controles para a SST do ambiente e para as etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea.**

Para a gestão de mudanças, a organização deve identificar os perigos e os riscos **da mina subterrânea** associados às mudanças na organização, no SGSST ou nas suas atividades, antes da introdução de tais mudanças.

A gestão de mudanças terá como base os preceitos da ergonomia de correção, com foco na resolução de problemas da mina subterrânea, e na ergonomia de participação, para envolver os trabalhadores na solução de problemas ergonômicos da mina subterrânea.

A organização deve assegurar que os resultados das avaliações **nas minas subterrâneas, através da AET**, sejam levados em consideração quando da determinação dos controles.

A AET vai determinar os controles ou considerar as mudanças nos controles existentes, devendo considerar a redução dos riscos de acordo com a seguinte hierarquia:

- **Eliminação;**
- **Substituição;**
- **Controles de engenharia;**
- **Sinalização/avisos ou controles administrativos;**
- **Equipamentos de proteção individual.**

A organização deve documentar e manter atualizados os resultados da identificação de perigos, da avaliação de riscos e dos controles determinados **pela AET**.

A organização deve assegurar que os riscos de **uma mina subterrânea e os controles determinados pela AET** sejam levados em consideração no estabelecimento, na implementação e na manutenção de seu SGSST.

5.4.2.2.2 Requisitos legais e outros requisitos

A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimentos para identificar e ter acesso à legislação e a outros requisitos de SST **para minas subterrâneas** que lhe sejam aplicáveis.

A organização deve assegurar que tais requisitos legais aplicáveis **à mineração subterrânea** e outros requisitos subscritos por ela sejam levados em consideração no estabelecimento, na implementação e na manutenção do SGSST.

A organização deve manter estas informações atualizadas e deve comunicar as informações pertinentes sobre requisitos legais e outros requisitos aplicáveis **à mineração subterrânea** às pessoas que trabalham **na mina subterrânea** sob seu controle e às outras partes interessadas pertinentes.

Para identificar, obter, manter atualizada e comunicar novos requisitos sobre mina subterrânea, a organização deve proceder a estas ações, com base nos seguintes princípios da ergonomia organizacional:

- **Comunicação;**
- **Cultura da organização;**
- **Organização temporal do trabalho na mina subterrânea;**
- **Novos paradigmas do trabalho na mina subterrânea.**

5.4.2.2.3 Objetivos e programas

A organização deve estabelecer, implementar e manter documentados os objetivos de SST nas funções de **perfuração, desmonte, abatimento de choco, carregamento e transporte, contenção e equipagem da mina** e níveis pertinentes **da mina subterrânea**.

Os objetivos devem ser mensuráveis, quando exequíveis, e coerentes com a política de SST, incluindo-se os compromissos com a prevenção de lesões e doenças ocupacionais pertinentes **à mina subterrânea**, atendendo a requisitos legais aplicáveis **à mina subterrânea** e a outros requisitos subscritos pela organização, e com a

melhoria contínua **do ambiente e das etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea.**

Ao estabelecer e analisar criticamente seus objetivos, a organização deve considerar os requisitos legais e outros requisitos por ela subscritos **para a mina subterrânea** e os riscos **desta mina subterrânea.** Deve também considerar suas opções tecnológicas, seus requisitos financeiros, operacionais e comerciais, bem como a visão das partes interessadas pertinentes.

A organização deve estabelecer, implementar e manter programas para atingir seus objetivos.

Os programas devem incluir, no mínimo:

- a atribuição de responsabilidade e autoridade para atingir os objetivos **em cada etapa do ciclo de trabalho da mina subterrânea,** por função e nível pertinente da organização; e
- os meios e o prazo no qual estes objetivos devem ser atingidos.

Os programas devem ser analisados criticamente a intervalos regulares, planejados e ajustados, se necessário, para assegurar que os objetivos sejam atingidos.

E para isso, a organização deve estabelecer seus programas com base na ergonomia de conscientização e participação, além da ergonomia organizacional.

Para os programas montados com a participação da ergonomia de conscientização, os trabalhadores serão capacitados e treinados para identificar e corrigir problemas de segurança e saúde do trabalho na mina subterrânea, com foco nos objetivos da organização.

Para o caso dos programas montados com base na ergonomia de participação, os trabalhadores serão envolvidos na solução dos problemas da mina subterrânea, considerando a sua experiência para atingir os objetivos da organização.

Em relação à ergonomia organizacional, os programas devem utilizar os seguintes preceitos:

- otimização do sistema da mina subterrânea;
- organização do ciclo de trabalho na mina subterrânea;
- gestão da qualidade na mina subterrânea; e
- o gerenciamento dos recursos para atingir os objetivos da organização.

5.4.2.3 Etapa da implementação e operação

Esta etapa será responsável por fazer o que foi planejado e por implementar os processos através dos itens, destacados a seguir.

5.4.2.3.1 Recursos, funções, responsabilidade, prestação de contas e autoridade

A alta direção **da mina subterrânea** deve assumir a responsabilidade final pela SST e pelo SGSST e deve demonstrar o seu comprometimento:

- Garantindo a disponibilidade de recursos essenciais para estabelecer, implementar, manter e melhorar o **SGSST do ambiente e das etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea**. Os recursos incluem habilidades especializadas, infraestrutura organizacional, tecnologia e recursos humanos e financeiros.
- Definindo as funções e alocando responsabilidades **para cada etapa do ciclo de trabalho da mina subterrânea**, fazendo prestações de contas e delegando autoridades, a fim de facilitar a gestão eficaz da SST **para a mina subterrânea**. As funções, responsabilidades, prestações de contas e autoridades devem ser documentadas e comunicadas.

A organização deve indicar representantes da alta direção com responsabilidade específica pela SST **da mina subterrânea**, independentemente de outras responsabilidades e com funções e autoridade para:

- assegurar que o **SGSST para a mina subterrânea** seja estabelecido, implementado e mantido conforme **este modelo**;
- assegurar que os relatos sobre o desempenho do **SGSST da mina subterrânea** sejam apresentados à alta direção para análise crítica e sejam utilizados como base para a melhoria do **SGSST da mina subterrânea**.

A identidade da pessoa indicada pela alta direção deve estar à disposição de todas as pessoas que trabalham **na mina subterrânea** e sob o controle da organização.

Todos aqueles com responsabilidade administrativa também devem demonstrar seu comprometimento com a melhoria contínua do desempenho da SST **da mina subterrânea**.

A organização deve assegurar que **os trabalhadores da mina subterrânea** assumam responsabilidades por aspectos da SST sobre os quais elas exerçam controle (**perfuração, desmonte, abatimento de choco, carregamento e transporte, contenção e equipagem da mina**), incluindo a conformidade com os requisitos aplicáveis de SST **da mina como um todo**.

Para implementar este item, a organização deve aplicar, dentre outros, os princípios da ergonomia organizacional, no que concerne ao gerenciamento de recursos, ao trabalho em grupo, ao projeto participativo e às novas formas de trabalho, para que a mina subterrânea tenha assegurados os seus recursos e definidas as funções e responsabilidades para a SST.

5.4.2.3.2 Competência, treinamento e conscientização

A organização deve assegurar que qualquer pessoa **que trabalhe na mina subterrânea** ou esteja sob seu controle e que realize tarefas que possam causar impactos na SST seja competente com base em formação apropriada, treinamento ou experiência, devendo arquivar os registros associados.

A organização deve identificar as necessidades de treinamento, através da AET, associadas aos riscos de SST **da mina subterrânea** e a seu SGSST. **Ao identificá-las**, a organização deve fornecer treinamento ou tomar outra ação para atender a essas necessidades, avaliar a eficácia do treinamento ou da ação tomada e arquivar os registros associados.

A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimentos para fazer com que as pessoas que trabalhem **na mina subterrânea** ou sob o seu controle estejam conscientes:

- das consequências para a SST **na mina subterrânea**, reais ou potenciais, de suas atividades de trabalho, de seu comprometimento e dos benefícios para a SST resultantes da melhoria de seu desempenho pessoal;
- de suas funções e responsabilidades **na mina subterrânea** e a importância em atingir a conformidade com a política e os procedimentos de SST e com os requisitos do SGSST, **para a mina subterrânea**, incluindo os requisitos de preparação e resposta a emergências;
- das consequências potenciais da inobservância de procedimentos especificados **para a mina subterrânea**.

Os procedimentos de treinamento devem levar em consideração os diferentes níveis de:

- **responsabilidade com o trabalho na mina subterrânea;**
- **habilidade profissional em mina subterrânea;**
- linguagem e proficiência em línguas;
- alfabetização e grau de instrução;
- **riscos de uma mina subterrânea.**

A competência dos trabalhadores das minas subterrâneas deve ser assegurada através de treinamentos e conscientizações que devem ser realizados com apoio da ergonomia de conscientização e de participação, além da ergonomia física e cognitiva.

Os aspectos que devem ser considerados para assegurar a competência do trabalhador da mina subterrânea são:

- **capacitar os trabalhadores para identificar e corrigir os problemas de SST na mina subterrânea;**
- **desenvolver cursos de treinamentos e reciclagens para reconhecimentos dos riscos de uma mina subterrânea;**
- **envolver o trabalhador da mina subterrânea na solução de problemas ergonômicos, baseado no seu conhecimento prático e nos detalhes por ele percebido;**
- **desenvolver a confiabilidade humana;**
- **melhorar o desempenho especializado do trabalhador na mina subterrânea; e**
- **capacitar os trabalhadores para tomar decisões acertadas em relação ao ambiente subterrâneo.**

A organização deve capacitar todos os dirigentes e trabalhadores envolvidos com a mina subterrânea por intermédio de treinamentos e cursos específicos sobre a ergonomia e seus princípios.

5.4.2.3.3 Comunicação

Com relação aos perigos **da mina subterrânea** e ao SGSST, a organização deve estabelecer, implementar e manter procedimentos para:

- **fazer a comunicação interna entre os diversos níveis e funções da mina subterrânea;**
- **fazer a comunicação com terceirizados e outros visitantes no local de trabalho;**

- receber, documentar e responder às comunicações pertinentes oriundas de partes interessadas externas (**comunidade, centros de pesquisa, órgãos federais, estaduais e municipais e sindicatos**).

Para desenvolver este item, a organização deve considerar, entre outras, a participação da ergonomia organizacional, para interagir nos procedimentos de comunicação interna e externa, através da concepção participativa, do trabalho em grupo e da cultura da organização.

5.4.2.3.4 Participação e consulta

A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimentos para:

- desenvolver a participação dos trabalhadores por meio de:
 - seu envolvimento apropriado na identificação de perigos, na avaliação de riscos e na determinação de controles **da mina subterrânea;**
 - seu envolvimento apropriado na investigação de incidentes **da mina subterrânea;**
 - seu envolvimento no desenvolvimento e na análise crítica das políticas e objetivos de SST **para a mina subterrânea;**
 - consultas, quando existirem quaisquer mudanças que afetem a sua SST e da mina subterrânea;
 - representação nos assuntos de SST da mina subterrânea.
- consultar os terceirizados quando existirem mudanças que afetem sua SST **e da mina subterrânea.**

A organização deve assegurar que, quando apropriado, as partes interessadas externas pertinentes sejam consultadas sobre assuntos de SST relevantes **para a mina subterrânea.**

Para desenvolver este item, a organização deve considerar o envolvimento da ergonomia de conscientização, de participação e organizacional por meio:

- **do envolvimento do trabalhador na solução de problemas ergonômicos e de SST;**
- **do conhecimento do trabalhador sobre o ambiente e sobre as etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea;**
- **do conhecimento do trabalhador sobre acidentes e incidentes;**

- **da capacitação de reconhecer, identificar e corrigir riscos na mina subterrânea;**
- **do processo de comunicação e concepção participativa.**

5.4.2.3.5 Documentação

A documentação do SGSST **da mina subterrânea** deve incluir:

- a política e os objetivos de SST **da mina subterrânea;**
- **a descrição do projeto da mina subterrânea;**
- a descrição do escopo do SGSST **para a mina subterrânea;**
- a descrição dos principais elementos do SGSST da mina subterrânea e da sua interação e referência aos documentos relacionados;
- a documentação, incluindo registros, requerida **pelas normas de SST;**
- a documentação, incluindo registros, determinada pela organização como sendo necessária para assegurar o planejamento, a operação e o controle eficazes dos processos que estejam associados à gestão dos riscos **da mina subterrânea.**

5.4.2.3.6 Controle de documentos

Os documentos requeridos pelo SGSST **para uma mina subterrânea** e por este modelo devem ser controlados.

A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimentos para:

- aprovar documentos quanto à adequação **para a mina subterrânea**, antes de seu uso;
- analisar criticamente, atualizar, conforme necessário, e reaprovar documentos;
- assegurar que alterações e a situação atual da revisão de documentos sejam identificadas;
- assegurar que as versões pertinentes de documentos aplicáveis **à mina subterrânea** estejam disponíveis nos locais de utilização;
- assegurar que os documentos permaneçam legíveis e prontamente identificáveis;
- assegurar que documentos de origem externa, determinados pela organização como sendo necessários ao planejamento e à

operação do SGSST da **mina subterrânea**, sejam identificados, e que sua distribuição seja controlada; e

- prevenir a utilização não intencional de documentos obsoletos e utilizar identificação adequada neles, se forem arquivados para quaisquer fins.

Para desenvolver este item, a organização deve considerar a necessidade de um sistema de gestão de documentos que deve ser auxiliada pelos princípios da ergonomia organizacional, especificamente os referentes à otimização da estrutura organizacional e de processos.

5.4.2.3.7 Controle operacional

A organização deve determinar aquelas operações e atividades que estejam associadas aos perigos **da mina subterrânea e identificadas pela AET**, nas quais a implementação de controles for necessária para gerenciar os riscos **da mina subterrânea**.

Para as operações e atividades **da mina subterrânea**, a organização deve implementar e manter:

- controles operacionais, conforme aplicável às etapas e às atividades **do ciclo de trabalho da mina subterrânea, definidos pela AET**, e abordagens da ergonomia física e cognitiva.
- a integração de tais controles operacionais ao SGSST **da mina subterrânea** como um todo;
- controles relacionados à **produção de minério**, aos serviços e aos equipamentos adquiridos;
- controles relacionados a terceirizados e a outros visitantes **na mina subterrânea**;
- procedimentos documentados para cobrir situações em que sua ausência possa acarretar desvios em relação à política e aos objetivos de SST;
- critérios operacionais estipulados, nos quais sua ausência possa acarretar desvios em relação à política e aos objetivos de SST **da mina subterrânea**.

O controle operacional vai incluir a gestão de mudanças e deve ser desenvolvido com foco na ergonomia de correção, de conscientização e de participação, além dos princípios da ergonomia física, cognitiva e organizacional.

A verificação do controle operacional da mina subterrânea deve ser medida por intermédio:

- do índice de problemas resolvidos de segurança, fadiga, estresse e doença ocupacional na mina subterrânea;
- da verificação se as soluções adotadas para a SST da mina subterrânea foram satisfatórias;
- do índice de trabalhadores treinados e capacitados para identificar, reconhecer e corrigir riscos em uma mina subterrânea;
- do índice de trabalhadores envolvidos na solução de problemas ergonômicos;
- do índice de acidentes com distúrbios músculo-esqueléticos ocorridos na mina subterrânea;
- da organização da mina subterrânea.

5.4.2.3.8 Preparação e atendimento a emergências

A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimentos para:

- identificar potenciais situações de emergência **na mina subterrânea**;
- responder a situações de emergência **da mina subterrânea**.

A organização deve responder às situações reais de emergência **da mina subterrânea** e prevenir ou mitigar as consequências adversas associadas **para os trabalhadores, para os familiares e para a comunidade**.

Ao planejar sua resposta a emergências **da mina subterrânea**, a organização deve levar em consideração as necessidades relevantes das partes interessadas pertinentes, tais como os serviços de emergência e a vizinhança.

A organização deve também testar periodicamente seus procedimentos para resposta a situações de emergências, quando exequível, **por meio de simulações de acidentes maiores, como enchentes, desmoronamentos ou incêndio dentro da mina subterrânea**, envolvendo as relevantes partes interessadas, conforme apropriado.

A organização deve, periodicamente, analisar criticamente e, quando necessário, revisar seus procedimentos de preparação e resposta a emergências **para a mina subterrânea**, em particular após os testes periódicos e depois da ocorrência de situações de emergências reais.

Para este item, a organização deve utilizar os princípios da ergonomia cognitiva além da ergonomia de conscientização, para treinar trabalhadores em situações de alto estresse e carga mental, para tomar decisões em emergências como: incêndios, explosões, inundações, desmoronamentos e outros acidentes fatais dentro da mina subterrânea.

5.4.2.4 Etapa de verificação

Nesta etapa, será verificado se as ações de segurança do trabalho e ergonômicas aconteceram conforme planejado. Ela será encarregada de monitorar e medir os processos de trabalho da mina subterrânea em relação à política e objetivos de SST, requisitos legais e de relatar os resultados. Esta verificação será feita através dos seguintes itens:

5.4.2.4.1 Monitoramento e medição do desempenho

A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimentos para monitorar e medir regularmente o desempenho da SST da mina subterrânea. Estes procedimentos devem fornecer:

- medições qualitativas e quantitativas, apropriadas às necessidades da mina subterrânea;
- monitoramento do grau de atendimento aos objetivos de SST da mina subterrânea;
- monitoramento da eficácia dos controles (tanto para saúde quanto para a segurança) desenvolvidos pela AET;
- medidas proativas de desempenho que monitorem a conformidade com os programas de GSST e com os controles e critérios operacionais da mina subterrânea;
- medidas reativas de desempenho que monitorem doenças ocupacionais, incidentes (incluindo acidentes e quase-acidentes) e outras evidências históricas de deficiências existentes na mina subterrânea e no desempenho da SST;
- registro de dados e resultados do monitoramento e da medição, que sejam suficientes para facilitar a subsequente análise de ações corretivas e de ações preventivas executadas na mina subterrânea.

Os procedimentos para monitorar o desempenho da SST devem ser feitos por meio de uma AET de checagem, juntamente

com as abordagens de SST e ações ergonômicas, envolvendo os princípios da ergonomia física, cognitiva e organizacional nos locais onde houve implantação de controles, em conformidade com o item 5.4.2.2.1.

5.4.2.4.2 Avaliação do atendimento a requisitos legais e outros

De maneira coerente com o seu comprometimento de atendimento a requisitos, a organização deve estabelecer, implementar e manter procedimentos para avaliar periodicamente o atendimento aos requisitos legais aplicáveis **na mina subterrânea**.

A organização deve avaliar o atendimento a outros requisitos **para a mina subterrânea** por ela subscritos. A organização pode combinar esta avaliação com a avaliação referida no item anterior ou estabelecer um procedimento em separado.

A organização deve manter registros dos resultados destas avaliações periódicas **na mina subterrânea**.

Para estabelecer procedimentos para avaliar o atendimento a requisitos legais, a organização deve tomar como base os princípios da ergonomia organizacional, além da ergonomia de correção, principalmente considerando os itens: otimização dos sistemas, estrutura organizacional e processos; e verificação se a situação adotada é satisfatória.

5.4.2.4.3 Investigação de incidentes, não conformidades, ações corretivas e preventivas

A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimentos para registrar, investigar e analisar incidentes na mina subterrânea a fim de:

- determinar deficiências de SST subjacentes e outros fatores **nas etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea** que possam estar causando ou contribuindo para a ocorrência de incidentes;
- identificar a necessidade de ações corretivas **nas etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea**;
- identificar a oportunidade de ações preventivas **nas etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea**;
- identificar oportunidades para a melhoria contínua **nas etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea**;

- comunicar os resultados das investigações **no ciclo de trabalho da mina subterrânea.**

A organização deve estabelecer, manter procedimentos e ações ergonômicas para definir responsabilidades e autoridades para:

- tratar e investigar, nas etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea:
 - acidentes, incidentes e não conformidades.
- adotar medidas para reduzir quaisquer consequências oriundas de acidentes, incidentes ou não conformidades na mina subterrânea;
- iniciar e concluir ações corretivas e preventivas na mina subterrânea;
- confirmar a eficácia das ações corretivas e preventivas adotadas na mina subterrânea.

Qualquer necessidade de ação corretiva ou oportunidade de ação preventiva deve ser tratada em acordo com as partes interessadas relevantes **da mina subterrânea.**

Os resultados das investigações de incidentes devem ser documentados e mantidos.

A investigação de incidentes deve tomar como base os princípios da ergonomia de concepção, de correção, de conscientização e de participação, além dos diagnósticos da AET para as etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea por intermédio da análise:

- dos projetos dos ambientes e equipamentos da mina subterrânea;
- das soluções adotadas para a SST na mina subterrânea;
- dos treinamentos sobre reconhecimento de riscos na mina subterrânea;
- do envolvimento do trabalhador;
- da carga mental e do estresse do trabalho na mina subterrânea;
- do nível de comunicação entre as partes interessadas.

A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimentos para tratar as não conformidades reais e potenciais **da mina subterrânea** e para executar ações corretivas e preventivas. Os procedimentos devem definir os requisitos para:

- identificar e corrigir as não conformidades **das etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea** e executar ações para mitigar suas consequências **para a mina subterrânea** e SST;
- investigar as não conformidades **das etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea**, para determinar suas causas e executar ações para evitar sua repetição;
- avaliar a necessidade de ações para prevenir as não conformidades **das etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea** e implementar ações apropriadas desenhadas para evitar a sua ocorrência;
- registrar e comunicar os resultados das ações corretivas e preventivas executadas **nas etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea**; e
- analisar criticamente a eficácia das ações corretivas e preventivas executadas **nas etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea**.

Quando as ações corretivas e preventivas identificam novos perigos ou alterações nos existentes ou ainda a necessidade de controles novos ou modificados **nas etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea**, o procedimento deve requerer que as ações propostas sejam submetidas a uma avaliação de riscos **pela AET**, antes de sua implementação.

Qualquer ação corretiva ou preventiva executada para eliminar as causas de não conformidade real ou potencial **nas etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea** deve ser adequada à magnitude dos problemas e comensurável com os riscos de SST encontrados.

A organização deve assegurar que quaisquer mudanças necessárias resultantes de ações corretivas e preventivas **nas etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea**, sejam feitas na documentação do SGSST.

O tratamento da não conformidade através da execução de ações corretivas e preventivas deve tomar como base os princípios da ergonomia de concepção, de correção, de conscientização e de participação, além dos diagnósticos da AET para as etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea através da análise:

- dos projetos dos ambientes e equipamentos da mina subterrânea;
- das soluções adotadas para a SST na mina subterrânea;
- dos treinamentos sobre reconhecimento de riscos na mina subterrânea;

- **do envolvimento do trabalhador;**
- **da carga mental e estresse do trabalho na mina subterrânea;**
- **do nível de comunicação entre as parte interessadas.**

5.4.2.4.4 Controle de registros

A organização deve estabelecer e manter os registros **feitos na mina subterrânea**, conforme necessário, para demonstrar conformidade com os requisitos de seu SGSST, bem como os resultados obtidos.

Ela, também, deve estabelecer, implementar e manter procedimentos para a identificação, armazenamento, proteção, recuperação, retenção e descarte dos registros **feitos na mina subterrânea e vizinhança**.

Os registros devem ser mantidos legíveis e rastreáveis.

5.4.2.4.5 Auditoria interna

A organização deve assegurar que as auditorias internas periódicas do SGSST sejam conduzidas em intervalos planejados para:

- determinar se o SGSST:
 - está em conformidade com os arranjos planejados para a GSST;
 - foi devidamente implementado e tem sido mantido;
 - é eficaz no atendimento à política e aos objetivos da organização;
- fornecer informações à administração sobre os resultados das auditorias.

Os programas de auditoria **em uma mina subterrânea** devem ser planejados, estabelecidos, implementados e mantidos pela organização, com base nos resultados das avaliações de riscos **feitas pela AET nas etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea** e nos resultados das auditorias anteriores.

Os procedimentos de auditoria **em uma mina subterrânea** devem ser estabelecidos, implementados e mantidos, para tratar:

- das responsabilidades, competências e requisitos para se planejar e conduzir as auditorias, para relatar os resultados e reter os registros associados;
- da determinação dos critérios, escopos, frequência e métodos de auditoria.

A seleção de auditores e a condução das auditorias devem assegurar objetividade e imparcialidade do processo de auditoria.

A organização deve capacitar os auditores internos, por intermédio de treinamentos e cursos específicos sobre a ergonomia e seus princípios.

5.4.2.5 Etapa da análise crítica pela direção

Nesta etapa, será mostrado como melhorar na próxima vez, por meio da execução de ações de melhoria contínua no desempenho de SST na mina subterrânea.

A alta direção deve analisar criticamente o SGSST da mina subterrânea em intervalos planejados, para assegurar sua continuada adequação, pertinência e eficácia. As análises críticas devem incluir a avaliação de oportunidades para melhoria **das etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea** e a necessidade de alterações no SGSST, incluindo a política e os objetivos de SST.

Os registros das análises críticas feitas pela direção nas etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea e SGSST devem ser arquivados.

As informações de entrada feitas pela direção para a análise crítica **das etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea** e SGSST devem incluir informações sobre:

- resultados das auditorias internas e das avaliações do atendimento aos requisitos legais aplicáveis **nas etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea e SGSST** e a outros requisitos subscritos pela organização;
- resultados da participação e da consulta **dos trabalhadores da mina subterrânea;**
- comunicações pertinentes provenientes de partes interessadas externas, incluindo reclamações;
- o desempenho de **SST na mina subterrânea;**
- a extensão na qual foram atendidos os objetivos **da SST na mina subterrânea;**
- a situação das investigações de incidentes, das ações preventivas e corretivas **na mina subterrânea;**
- ações de acompanhamento das análises críticas **nas etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea** pelas direções anteriores;
- mudanças de circunstâncias, incluindo desenvolvimento em requisitos legais e outros relacionados à **SST e à mina subterrânea;**

- recomendações para melhoria **das etapas do ciclo de trabalho e ambiente da mina subterrânea.**

As informações de saída das análises críticas pela direção devem ser coerentes com o comprometimento da organização, com a melhoria contínua **do ambiente e das etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea** e devem incluir quaisquer decisões e ações relacionadas a possíveis mudanças:

- no desempenho, na política e nos objetivos de SST **para a mina subterrânea;**
- nos recursos **para a SST;**
- em outros elementos do SGSST.

As informações de saída pertinentes da análise crítica pela administração devem ser disponibilizadas para comunicação e consulta.

A organização deve garantir que a análise crítica da alta direção seja feita também com base nos princípios ergonômicos e principalmente nas análises e nos diagnósticos estabelecidos pela AET sobre as etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea.

5.5 DISCUSSÕES E RESULTADOS SOBRE O MODELO CONCEITUAL PROPOSTO

Neste item, será apresentado o resultado da discussão feita sobre o modelo conceitual proposto, com vistas ao atendimento aos objetivos e pressupostos da pesquisa e às necessidades da mineração subterrânea.

Devido à estrutura do modelo conceitual proposto, não foi possível aplicá-lo de forma total ou parcial, uma vez que a sua formatação impede este tipo de simulação, porque, para aplicá-lo, mesmo que em parte da mina subterrânea, necessita-se de um tempo maior do que o disponível para esta etapa da pesquisa.

Também pelo fato de envolver a alta direção, mudanças nas políticas de SST e disponibilização de recursos específicos, esta aplicação não consegue ser feita neste momento da pesquisa. Esta questão é, inclusive, sugerida como recomendação para trabalhos futuros.

Em favor desta discussão, existe o fato que o SGSST OHSAS 18.001 (2007) está sendo implantado e operado em diversas minas subterrâneas, como as Minas do Grupo Anglo Gold Ashanti, em Goiás e Minas Gerais, e a Yamana Gold na Bahia.

Outro aspecto relevante é que as abordagens para desenvolver melhorias nos ambientes e etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea foram propostas com base nos princípios da ergonomia (projeto e modificação de ambientes; resolução de problemas ligados à segurança e saúde do trabalhador; verificação de soluções adotadas; capacitação e treinamento para identificação, reconhecimento e correção de riscos; participação e envolvimento do trabalhador na solução de problemas de SST e ergonômicos; análise de posturas, movimentos repetitivos e manuseio de materiais; análise de carga mental, estresse e conhecimento para tomada de decisões; otimização do sistema, comunicação, gerenciamento de recursos e organização do trabalho) que mantêm, segundo a IEA (2000), Wisner (1987), Dul e Weerdmeester (2004), Rebelo (2006), Falzon (2007), Niu (2009), Smith (2009), Cañas e Waers (2001), Abrahão et al. (2005) e (2009), Vidal (2003), Almeida (2004), Amalberti (2000) e Iida (2005), um relacionamento estreito e um compromisso com a segurança e saúde do trabalhador, bem como a melhoria do ambiente de trabalho.

Também deve ser considerado nesta discussão que a norma OHSAS 18.001 (2007), base do modelo conceitual, já possui, na sua estrutura, algumas ferramentas de gestão para a SST, destacando-se a necessidade de desenvolver uma política específica e objetivos, antes de implantar o sistema, de ser baseada na metodologia do ciclo PDCA e de ser avaliada pelo critério da melhoria contínua.

Estes aspectos dão maior consistência ao modelo conceitual proposto, porque ele partiu de uma base que foi concebida para atender também ao nível estratégico da empresa, que, segundo Lapa (2006), Tornstom (2008) e Benite (2004), é fundamental para sua efetividade.

Com a elaboração do modelo conceitual, o objetivo principal da pesquisa foi alcançado porque foi apresentado um modelo conceitual de GSST para as minas subterrâneas, incorporados com princípios ergonômicos.

Da mesma forma, os objetivos específicos também foram contemplados nesta pesquisa, porque, com a fundamentação teórica e prática, foram identificados os principais problemas de segurança e saúde dos trabalhadores nas minas subterrâneas, além de se conseguir incorporar os princípios ergonômicos ao SGSST OHSAS 18.001 (2007).

Além destes fatos, o estudo também pôde comprovar que os trabalhos de perfuração, desmonte com explosivos, abatimento de choco, carga e transporte de rocha, contenção e equipagem da mina subterrânea fazem parte do ciclo principal de trabalho de uma mina subterrânea, tendo ainda como atividades de apoio o planejamento da mina (topografia, geologia e sondagem), a administração e a manutenção.

Neste contexto, o estudo considerou, para efeito do modelo conceitual, apenas as etapas do ciclo principal de trabalho de uma mina subterrânea, por serem aquelas que estão envolvidas diretamente com a operação da mina subterrânea e, por isto, estão expostas em tempo integral ao ambiente subterrâneo. As demais atividades, por ter um envolvimento parcial com o ambiente subterrâneo, não foram consideradas diretamente para efeito deste estudo.

O estudo de campo observou as necessidades ergonômicas e as estratégias que os trabalhadores desenvolvem para executar seus trabalhos, sobre as quais foram feitas análises e comparações com a fundamentação teórica e resultaram em propostas de inclusões de abordagens ergonômicas em determinadas etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea.

Da mesma forma, foram investigados os principais SGSST utilizados na mineração subterrânea e quais eram possíveis de aceitar alterações.

Observando as questões da pesquisa, pode-se considerar que o modelo conceitual proposto está habilitado a responder a tais questões nos seguintes aspectos:

- Os princípios da ergonomia física, organizacional e cognitiva, além da ergonomia de concepção, de correção, de conscientização e de participação, estão baseados em critérios de prevenção, treinamentos específicos, melhoria de ambiente, conforto e segurança do trabalho;
- Os critérios que subsidiam estes princípios foram abordados no modelo conceitual, seguindo uma metodologia de melhoria contínua, baseada no ciclo PDCA;
- Estes mesmos critérios foram alocados nas etapas PDCA do modelo, de acordo com a análise dos resultados dos fundamentos teóricos abordados por autores que relacionam o tema da pesquisa, e de resultados práticos obtidos no estudo de campo, de forma a contemplar a prevenção de riscos, a melhoria do ambiente de trabalho das minas subterrâneas e a redução nos níveis de acidentes e doenças ocupacionais;

- Os princípios ergonômicos foram incorporados em todas as etapas, itens e subitens da norma OHSAS 18.001 (2007), que dispõe sobre os requisitos de um SGSST;
- A incorporação dos princípios ergonômicos aconteceu de forma integrada à estrutura gerencial da norma, sem comprometê-la e se beneficiando do ciclo da melhoria contínua do PDCA.

Em relação aos pressupostos, deve-se considerar também que eles foram confirmados tomando como base as seguintes considerações:

- As justificativas do estudo, juntamente com a fundamentação teórica e prática, mostram dados e resultados que comprovam a atuação dos trabalhadores nas minas subterrâneas em ambientes inadequados, escuros, úmidos, com ventilação forçada e perigos de explosões e desabamentos, além de elevada carga mental e alto nível de estresse, que contribuem para a manutenção dos elevados índices de acidentes e mortes, de acordo com Dhillon (2010), Homer (2009), OIT (2009), IBRAM (2008), Coleman (2007) e Grayson (2009);
- A eficiência e eficácia dos SGSST são alcançadas, segundo a OHSAS 18.001 (2007), ILO OSH (2001), BS 880 (1999), Benite (2004) e Lapa (2006), se tiverem objetivos e forem concebidos não só para atingir o nível operacional, mas para também atingir e envolver o nível estratégico;
- Mesmo existindo aplicações de SGSST, elaboração de normas e regulamentações para as minas subterrâneas, elas ainda continuam a apresentar índices muito elevados de acidentes, inclusive fatais, e doenças ocupacionais, segundo Dhillon (2010), Homer (2009), OIT (2009), IBRAM (2008), Coleman (2007), Grayson (2009);
- Considerando também os preceitos da ergonomia com sua relação interdisciplinar, segundo Wisner (1997), Falzon (2009), Guérin (2001), Maggi (2006), Abrahão et al. (2009) e Iida (2005), pode-se afirmar que a aplicação dos princípios ergonômicos nas minas subterrâneas deve melhorar o ambiente e reduzir os acidentes e doenças ocupacionais.
- A maioria dos acidentes acontece, segundo Lapa (2006), Raman (2005) e Hamalainen e Saarela (2009), porque os SGSST não estão devidamente estruturados, e também por falta de ações ergonômicas como ferramenta de melhoria;

- Os princípios ergonômicos foram incorporados a todas as etapas da norma OHSAS 18.001 (2007), e foram mantidas as bases do ciclo PDCA;
- Com a elaboração do modelo conceitual, as minas subterrâneas passaram a ter disponibilizada mais uma opção de SGSST, porém com um diferencial, que é foco ergonômico nas avaliações do ambiente e das atividades, já tendo resultados positivos em segurança do trabalho, conforme descrevem em seus trabalhos Guérin (2001), Maggi (2006), IEA (2000), Wisner (1987), Dul e Weerdmeester (2004), Rebelo (2006), Falzon (2007), Niu (2009), Smith (2009), Cañas e Waers (2001), Abrahão et al. (2009), Vidal (2003), Almeida (2004), Amalberti (2000), Iida (2005) e Trakofler et al. (2005).

O próximo capítulo apresenta as considerações finais desta pesquisa e as recomendações para trabalhos futuros.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi apresentado em três partes distintas. A primeira parte representa a contextualização teórica e se constitui numa revisão da literatura sobre as três temáticas em estudo: mineração subterrânea (incluindo a descrição de ambientes e etapas do ciclo de trabalho e os níveis de acidentes); Ergonomia (discussão dos princípios, a relação com a segurança e saúde do trabalho e a mineração subterrânea); e os SGSST (incluindo a apresentação de normas, especificações e sistemas utilizados).

Após a contextualização teórica, vem a descrição da pesquisa de campo, na qual, ao relatar o estudo de campo realizado, explicitam-se as observações, a análise e o tratamento dos dados, para, em seguida, proceder-se à elaboração do modelo conceitual e à análise dos resultados.

A reflexão desta pesquisa desenvolveu-se a partir da preocupação com o ambiente e com os níveis de acidentes nas minas subterrâneas, além da ineficiência dos SGSST para este tipo de atividade.

A investigação científica identificou que os princípios ergonômicos seriam adequados e pertinentes com as preocupações da pesquisa porque poderiam contribuir, por intermédio da sua incorporação em um SGSST, a resgatar os valores e aspectos comportamentais de SST de uma mina subterrânea.

Desta forma, pode-se considerar que a incorporação dos princípios ergonômicos na cultura organizacional vai desempenhar um papel importante na compreensão do contexto da GSST desta organização.

Em relação ao modelo conceitual apresentado para melhorar o ambiente de trabalho das minas subterrâneas e reduzir acidentes e doenças ocupacionais nas etapas do ciclo de trabalho destas minas, ele se mostrou uma ferramenta válida para a identificação de riscos e perigos detectáveis, além de avaliar o ambiente de trabalho através da AET, apresentando coerência na explicitação dos resultados frente aos dilemas organizacionais com que as minas subterrâneas se defrontam.

Nesta pesquisa, foi evidenciado que a ergonomia não se encontra integrada às atividades de mineração subterrânea, nem na estrutura de gestão de SST adotada pelas empresas de mineração subterrânea, nem

na cultura da organização, não permitindo, assim, a implementação de ações preventivas de conscientização, sensibilização e capacitação, além de análises dos ambientes de trabalho.

Desta forma, isto significa que, sem o compromisso em relação à ergonomia e à SST por parte da alta direção da empresa e também por parte dos trabalhadores, não há chance de se alcançar resultados positivos com os SGSST.

Confirma-se, assim, que a implementação de um SGSST e de princípios ergonômicos em empresas de mineração subterrânea está intrinsecamente dependente dos valores e aspectos comportamentais dos trabalhadores e dirigentes que compõem a organização.

Poucas pesquisas têm considerado a influência da ergonomia na mineração subterrânea, principalmente no contexto gerencial e da cultura das organizações. Desta forma, o resultado esperado deste trabalho é que o conhecimento dos princípios ergonômicos pela organização torne possível introduzir em tempo oportuno as alterações necessárias nas diversas etapas do ciclo de trabalho da mina subterrânea e forneça as bases para o estabelecimento de novas políticas de SST e tomadas de decisão.

A resposta eficaz das empresas de mineração subterrânea em questão de SST permanecerá seriamente afetada enquanto se continuar a menosprezar: o ambiente de trabalho subterrâneo; as condições físicas, cognitivas e organizacionais de trabalho nas minas subterrâneas; as abordagens gerenciais dos SGSST; a participação dos princípios ergonômicos nos ambientes, nos equipamentos e nas etapas do ciclo de trabalho na mina subterrânea; a atribuição de responsabilidades; o treinamento e a qualificação; o envolvimento dos trabalhadores com os problemas da mina; e o engajamento da alta direção.

As informações apresentadas e analisadas no desenvolvimento deste trabalho sugerem que a prevenção de riscos nas minas subterrâneas, através dos diagnósticos da AET, é coerente com as estratégias da SST, com abordagens centradas nas etapas do ciclo de trabalho da mina, sempre visando à satisfação e ao conforto do trabalhador, uma vez que elas se dirigem à eliminação das disfunções no âmbito da concepção, organização e gestão dos locais de trabalho que frequentemente repercutem no ambiente externo em forma de acidentes.

Finalizando esta tese, pode-se considerar que o meio profissional das empresas de mineração subterrânea de executar o trabalho buscando a redução de perda de vidas, lesão física e psíquica seja pela adoção de um SGSST com foco na ergonomia.

Portanto, espera-se que esta adoção signifique um salto qualitativo de inovação organizacional, repercutindo em todos os níveis, motivando a alta direção e os trabalhadores em torno da prevenção de riscos e da redução de acidentes, com reflexos positivos no desempenho da organização.

6.2 RECOMENDAÇÕES

Como recomendação para trabalhos futuros, sugere-se;

- realizar a aplicação do modelo conceitual desenvolvido nesta pesquisa em minas subterrâneas de carvão e outros minérios, para obtenção e comparação de resultados;
- aplicar a ergonomia de concepção para desenvolver os novos projetos de mineração subterrânea, considerando-se as interações reais necessárias que são estabelecidas;
- pesquisar a representação mental e o nível de conhecimento sobre ergonomia entre trabalhadores e dirigentes de empresas de mineração subterrânea;
- elaborar propostas de treinamento gerencial específicas para trabalhadores e dirigentes de mineração subterrânea com ênfase em ergonomia e GSST.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 18.801:2010** – Sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho – Requisitos. São Paulo, dez., 2010.

ABRAHÃO, Julia et al. Ergonomia, cognição e trabalho informatizado. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 163-171, mai/ago. 2005.

_____. **Introdução à Ergonomia**: da prática à teoria. São Paulo: Blucher, 2009.

ALMEIDA, Ildeberto Muniz. A gestão cognitiva da atividade e a análise de acidente do trabalho. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, Belo Horizonte, v. 2, n. 4, p. 275-282, out/dez, 2004.

AMALBERTI, R. **La conduite des systèmes à risqué**. 2. ed. Paris: Presses Universitaires de France, 2000. (Collection Le Travail Humain).

ANGLO GOLD ASHANTI. **Relatório de sustentabilidade 2009**. Nova Lima, MG, 2010. Disponível em: <<http://www.anglogoldashanti.com.br/RS2009.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2010.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE PROTEÇÃO DATAPREV. **Acidentes registrados por motivo segundo o setor de atividade econômica, 2003-2008**.

APAU. **Gestão da segurança e da saúde**. Lisboa: Gradiva, 1992.

ARRUDA, Agnaldo Fernando Vieira de et al. Práticas ergonômicas na gestão de segurança do trabalho: o caso das atividades de mineração subterrânea. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP, 26., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2006.

_____. A análise ergonômica do trabalho como medida de prevenção da segurança e saúde do trabalho. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEPE, 27., 2007, Foz de Iguaçu. Anais... Foz de Iguaçu, 2007.

ATLAS Copco. **Manual de ar comprimido**. 7. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 2010

BARREIROS, Dorival. **Gestão da segurança e saúde no trabalho: estudo de um modelo sistêmico para as organizações do setor mineral**. 2002. 317 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral)–Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

_____. Sistema de gestão para saúde e segurança do trabalho: o que está sendo discutido? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO, 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Pacin Eventos, 2000. Disquetes 3 ¹/₂.

BARRETO, M. L. **Mineração e desenvolvimento sustentável: desafios para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001. 215 p.

ENCICLOPÉDIA Barsa Universal. São Paulo/Rio de Janeiro: Encyclopaedia Britannica International, 2000. 18v.

BENITE, Anderson Glauco. **Sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2004.

BLEVIGLIERO, Ezio; POSSEBON, José; SPINELLI, Robson. **Higiene ocupacional: agentes biológicos, químicos e físicos**. São Paulo: Editora Senac, 2006.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Editora Porto: Portugal, 1994.

BS 8800. **Britanic standards**. Grã-Bretanha, 1996.

BROWN, Edwin T.; BRADY, Barry H. G. **Rock mechanics: for underground mining**. 3. ed. London: Springer, 2004.

CALIXTO JUNIOR, Leandro Antonio et al. A grande mina de ouro de crixás: alguns pressupostos teóricos e os impactos socioeconômicos na comunidade local. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – JIC, 15., 2007, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro, 2007.

Disponível em:

<http://www.cetem.gov.br/noticias/cetem/2007/07_08_01_jic_xv.htm>.

Acesso em: 10 jul. de 2010.

CANDIA, Renan Collantes et al. Análise de acidentes fatais na mineração: o caso da mineração no Peru. **REM: Revista da Escola de Minas de Ouro Preto**, 62(4): p. 517-523, out/ dez. 2009.

CAÑAS, José J.; WAERNS, Yvonne. **Ergonomia cognitiva**: aspectos psicológicos de la interacción de las personas con la tecnologías de la información. España: Editorial Médica Panamericana, 2001.

COLEMAN, Patrick J.; KERKERING, John C. Measuring mining safety with injury statistics: lost workdays as indicators of risk. **Journal of Safety Research**, v. 38, n. 5, nov/ 2007, p. 523–533. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/jsr>>. Acesso em: jul. 2010.

Comunidade Europeia – CE. **Diretriz Européia Nº 89/391, de 12 de junho de 1989**. Relativa à aplicação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde dos trabalhadores no trabalho. In: Diário Oficial da Comunidade Europeia, n. L183, p. 0001-0008, 29 jun 1989. Disponível em: <<http://www.europa.eu.int/eur-lex/pt/oj/index/html>>. Acesso em: 10 abr. 2008.

CERVO, Amado Luiz et al. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

COUTO, H.A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte: Ergo, 1995. v. 1, 353p.

DANIELLOU, F. (Coord.). **A ergonomia em busca de seus princípios**: debates epistemológicos. São Paulo: Edgard Blucher, 2004

DEMING, W. E. **Qualidade**: a revolução da administração. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL – DNPM. **Normas reguladoras de mineração**. Brasília, 2002. 80p.

_____. **Anuário mineral brasileiro de 2006**. Brasília, 2007.

DHILLON, Balbir S. **Mine safety: a modern approach**. London: Editor Springer, 2010.

DONOGHUE, A. M. Occupational health hazards in mining: an overview. **Occupational Medicine**, Austrália, v. 54, n. 5, p. 283-289, abr. 2004. Disponível em: <<http://www.occmed.oxfordjournal.org/cgi/abstract/54/5/297>>. Acesso em: 28 mar. 2008.

DUZGUN, H. S. B.; EINSTEIN, H. H. Assessment and management of roof falls risks in underground coal mines. **Safety Science**, v. 42, n. 1, p. 23-41, jun. 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 02 maio 2010.

DUL, Jan; WEERDMEESTER, Bernard. **Ergonomia prática**. 2. ed.. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

EGER, T.; SALMONI, A.; WHISELL, R. Factors influencing load–haul–dump operator line of sight in underground mining. **Applied Ergonomics**, v. 35, n. 2, p. 93–103, mar. 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 28 mar. 2008.

FALZON, Piérre (Ed.). **Ergonomia**. São Paulo: Editora Blucher, 2007.

FARIA, Mario Parreiras de. **Fatores intervenientes na segurança do trabalho de abatimento mecanizado de rochas instáveis em uma mina subterrânea de ouro**. 2008. 66f. Dissertação (Mestrado em Saúde Publica)–Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

FARIAS, Carlos Eugênio Gomes. **Mineração e meio ambiente no Brasil**. Brasília: PNUD, 2002. (Projeto BRA/00/045).

FATURETO, Agenor Moreira. **Modelo de segurança empresarial para sobrevivência empresarial**. 2000. Disponível em: <<http://www.cipanet.com.br/revista/cipa225/capa225.htm>>. Acesso em: 30 set. 2005.

FERGUSON, Sally A. et al. Sleep in a live-in mining operation: The influence of start times and restricted non-work activities. **Applied Ergonomics**, v. 42, n. 1, p. 71-79, dez. 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 03 jan. 2010.

FERNANDES, Francisco Cortes. **Análise de vulnerabilidade como ferramenta gerencial em saúde ocupacional e segurança do trabalho**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)– Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

FERNANDES, Francisco Rego Chaves et al. **A grande mina e a comunidade: estudo de caso da grande mina de ouro de Crixás em Goiás**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007. 96p.

FIALHO, F; SANTOS, N. **Manual de análise ergonômica no trabalho**. Curitiba: Gênese, 1995.

FOSTER P. J.; BURTON A. Modelling potential sightline improvements to underground mining vehicles using virtual reality. **Mining Technology**, v. 15, n. 3, p. 85-900, mai. 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 03 jan. 2010.

FUNDACENTRO. **Pontos de verificação ergonômica: soluções práticas e de fácil aplicação para melhorar a segurança, a saúde e as condições de trabalho**. São Paulo, 2001.

_____. **Introdução à higiene ocupacional**. São Paulo, 2001.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GODWIN, A. et al. Postural implications of obtaining line-of-sight for seated operators of underground mining load-haul-dump vehicles. **Ergonomics**, v. 50, n. 2, p. 192-2007, fev. 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 10 jul. 2010.

GOMES, Vera Regina Bom Barbosa. Processo de gestão da ergonomia Embraco. In: CONASEMT – Congresso Nacional de Segurança e Medicina do Trabalho, 15., 2006, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.abs.org.br>>. Acesso em: 10 out. de 2006.

GRAYSON, R. Larry et al. Pilot sample risk analysis for underground coal mine fires and explosions using MSHA citation data. **Safety Science**, v. 47, n. 10, p. 1371-1378, dez. 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 10 jul.2010.

GRIPP, Adriano Heckert. Atividade imprescindível à sobrevivência humana. **Diário da Manhã**, Goiânia, 22 out. 2007. Caderno Especial.

GUÉRIN, F. et al. **Compreender o trabalho para transformá-lo:** a prática da ergonomia. São Paulo: Edgard Blucher; Fundação Vanzolini, 2001.

HAMALAINEN, Päivi; SAARELA, Kaija. Global occupational safety and health: Occupational accidents modeling at global level. In: WORLD CONGRESS ON ERGONOMICS – IEA, 17., 2009, Beijing. **Anais...** Beijing, 2009.

HARTMAN, Howard L.; MUTMANSKY, Jan M. **Introductory mining engineering**. 2. ed. New Jersey: John Wiley and Sons, 2002.

HENDRICK, Hal W. Future directions in macroergonomics. **Ergonomics**, v. 38, n. 8, p. 1617–1624, set. 1995. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 28 mar. 2008.

HERRMANN, Curt. **Manual de perfuração de rocha**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Polígono, 1972.

HOMER, Andrew W. Coal mine safety regulation in china and the USA. **Journal of Contemporary Asia**, v. 39, n. 3, p. 424–439, ago. 2009. Disponível em: <<http://www.tandf.co.uk/journals/rjoc>>. Acesso em: 10 jul. 2010.

HUSTRULID, William A. **Underground mining methods**: engineering fundamentals and international case studies. Littleton: SME, 2001.

IEA. **International Ergonomics Associations**. Reunião do Conselho Científico da IEA. San Diego, EUA, 2000.

IIDA, Itiro. **Ergonomia**: projeto e produção. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

ILO-OSH. **Guidelines on occupational safety and health management systems**. Genebra, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. **Visão, missão e valores**. Brasília-DF, 2002. Disponível em: <http://www.ibram.org.br>. Acesso em: 10 nov. 2006.

_____. **Programa especial de segurança e saúde ocupacional na mineração**. Brasília-DF, 2008. Disponível em: <http://www.ibram.org.br>. Acesso em: 10 mai. 2008.

JAMES, Jonathan P. Tracking project ergonomics and safety performance in the South African mining industry. In: WORLD CONGRESS ON ERGONOMICS – IEA, 17., 2009, Beijing. **Anais**. Beijing, 2009.

JOY, J. Occupational safety risk management in Australian mining. **Occupational Medicine**, Austrália, v. 54, n. 5, p. 311-315, abr. 2004. Disponível em: <http://www.occmed.oxfordjournal.org/cgi/abstract/54/5/297>. Acesso em: 24 abr. 2006.

KITTUSAMY, N. Kumar et al. A systematic comparison of different seats on shuttle cars used in underground coal mines. **NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health**, Sponkane, p. 2025-2032, ago. 2005. Disponível em: <http://www.cdc.gov/niosh/mining/pubs/pubreference/scods.htm>. Acesso em: 26 abr. 2006.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do trabalho científico**: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LAPA, Reginaldo Pedreira. **Metodologia de identificação de perigos e avaliação de riscos ocupacionais**. 2006. 90f. Dissertação (Mestrado)– Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

LIMERICK, Robin Burgess et al. Implementation of the participative ergonomics for manual tasks (PERforM) programme at four Australian underground coal mines. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 37, n. 2, p. 145-155, fev. 2007. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/ergon>>. Acesso em: 10 jul. 2010

LUZ, Adão Benvindo da et al (ed.). **Tratamento de minérios**. 4. ed. ver. e ampl. Rio de Janeiro: CETEM/CNPM, 2004.

MAGGI, Bruno. **Do agir organizacional**: um ponto de vista sobre o trabalho, o bem-estar, a aprendizagem. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.

MAIA, Joaquim. **Notas de aula**: mineração IV. Escola de Minas. Ouro Preto, UFOP, 1979.

MARANHÃO, Ricardo Jorge Lôbo. **Introdução à pesquisa mineral**. 2 ed. Fortaleza: BNB ETENE, 1983.

MAYTON, Alan et al. Ergonomics and existing seat designs compared on underground mine haulage vehicles. **NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health**, Pittsburgh, p. 1256-1260., out. 2003. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/niosh/mining/pubs/pubreference/eaesd.htm>>. Acesso em: 26 abr. 2006.

McPHEE, B. Ergonomics in mining. **Occupational Medicine**, Austrália, v. 54, n. 5, p. 297-303, abr. 2004. Disponível em: <<http://www.occmed.oxfordjournal.org/cgi/abstract>>. Acesso em: 24 abr. 2006.

_____. Promoting occupational ergonomics in mining in Australia. In: WORLD CONGRESS ON ERGONOMICS – IEA, 17., 2009, Beijing. **Anais**. Beijing, 2009.

MONTMOLIN, Maurice. **A ergonomia**. Lisboa: Instituto Piaget, 1990.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 8. ed. São Paulo: Hucitec, 2004.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – MTE. **Manual de aplicação da norma regulamentadora NR 17**. 2. ed. Brasília: MTE, SIT, 2002.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – MTE. **Anuário Estatístico da Previdência Social**: MTE RAI 98/99/2000/2001, 2002.

MOURA, Luana Cristina Baracho de et al. Um breve panorama da Mineração Serra Grande S/A e do Município de Crixás. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – JIC, 15., 2007, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: http://www.cetem.gov.br/noticias/cetem/2007/07_08_01_jic_xv.htm. Acesso em: 10 jul. 2010.

NASCIMENTO, Isaura Barbosa do. **Problemáticas socioambientais e implicações à saúde do trabalhador**: o caso do garimpo de esmeraldas em Campos Verdes – GO. 2009. 169 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)–Instituto de Ciências Humanas – IH, Departamento de Geografia – GEA, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

NATIONAL OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY COMMISSION. **Fatal occupational injuries**: how does Australia compare internationally. Canberra: 2004.

NATIONAL SAFETY COUNCIL. **Injury Facts**, 2004.

NEVES, Carlos Augusto Ramos; SILVA, Luciano Ribeiro da. **Universo da mineração brasileira**. Brasília: DNPM, 2007.

NIU, Shengli. Ergonomics and occupational safety and health: an ILO perspective. In: WORLD CONGRESS ON ERGONOMICS – IEA, 17., 2009, Beijing. **Anais...** Beijing, 2009.

NR 15. Norma Regulamentadora sobre atividades e operações insalubres, estabelecida por meio da Portaria nº 3.214, de 08/06/1978, do então Ministério do Trabalho e Previdência Social, Brasil, 1978.

NR 17. Norma Regulamentadora sobre ergonomia, estabelecida por meio da Portaria nº 3.715, de 23/11/90, do então Ministério do Trabalho e Previdência Social, Brasil, 1990.

NR 22. Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração, alterada por meio da Portaria nº 2.037, de 15/12/99, do Ministério do Trabalho e Emprego, Brasil, 1999.

OHSAS 18.001. Occupations Health and Safety Assessment Series. British Standards Institution (BSI), Grã-Bretanha, 2007.

OIT. Your health and safety at work (series): Ergonomics. Genebra, 1996. Disponível em:

<<http://www.ilo.org/safework/info/instr/lang/index.htm>>. Acesso em: 30 set. 2011.

_____. Una carga demasiado pesado: el trabajo infantil en minas y canteras. **La Revista de La OIT**, Genebra, n. 61, dez. 2007. Disponível em: <<http://www.oit.org.br/info/estat.php>>. Acesso em: 20 ago. 2010.

_____. **Sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho:** um instrumento para a melhoria contínua. Lisboa, 2011. Disponível em: <<http://www.dnpst.eu/relatorio.php>>. Acesso em: 28 abr. 2011.

_____. **Anuário estatístico da Organização Internacional do Trabalho:** 2009. Genebra, 2009. Disponível em: <<http://www.oit.org.br/info/estat.php>>. Acesso em: 20 ago. 2010.

OLIVEIRA, S. L. **Tratado de metodologia científica:** projetos de pesquisa, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

OTTERMANN, R. W. et al. **Investigate a possible system for ‘making safe’:** final project report. SIMRAC, South Africa, 2002. Disponível em: <<http://www.simrac.co.za>>. Acesso em: 30 abr. 2008.

PACHECO JUNIOR, Waldemar et al. **Gestão de segurança e higiene do trabalho**: contexto estratégico, análise ambiental, controle e avaliação das estratégias. São Paulo: Editora Atlas, 2000.

PLAMONDON, André et al. Manual materials handling in mining: the effect of rod heights and foot positions when lifting “in-the-hole” drill rods. **Applied Ergonomics**, v. 37, n. 6, p. 709–718, nov. 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 28 mar. 2008.

RAMAN, Raghu. **Underground mine safety**: are we going enough? AUCTA – Australian Underground and Construction and Tunneling Association, Sidney, AU, 2005. Disponível em: <<http://www.aucta.com.au/techpaper>>. Acesso em: 4 nov. 2007.

RICHARDSON, Roberto. J. **Pesquisa social**: métodos e técnicas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

REBELO, Francisco dos Santos. Dossier ergonomia: a ergonomia na segurança e saúde no trabalho. **Revista Segurança**, Lisboa, ano 41, n. 170, jan./fev. 2006.

ROY, Pjush Pal. **Rock blasting**: effects and operations. New Jersey: Balkema, 2005.

SANTOS, E. F.; SANTOS, G. F. **Análise de riscos ergonômicos**. Jacareí: Ergo Brasil, 2006.

SCHACH, R.; GARSHOL, K.; HELTZEN, A. M. **Rocck bolting**. New York: Pergamon Press, 1979.

SCHUTTE, P. C. Ergonomics in the South African mining industry. **Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy**, v. 105, n. 6, p. 369-372, jul. 2005. Disponível em: <<http://www.scopus.com/scopus/>>. Acesso em: 29 mar. 2008.

SMITH, Thomas J. Certification of professional ergonomists: who, why and how. In: WORLD CONGRESS ON ERGONOMICS – IEA, 17., 2009, Beijing. **Anais...** Beijing, 2009.

SOARES, Marcelo Márcio. **A ergonomia como ferramenta para o sistema de gestão.** In: CONASEMT – CONGRESSO NACIONAL DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO, 15., 2006, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.abs.org.br>>. Acesso em: 10 out. 2006.

SOUZA, Carlos Roberto Coutinho. Administração moderna de segurança de trabalho e saúde ocupacional como ferramenta de gestão para a excelência empresarial. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO., 2002, Niterói. **Anais eletrônicos...** Niterói, 2002. Disponível em: <<http://www.latec.uff.br/anais/Artigos/49.pdf>>. Acesso em: 26 de abril. 2006.

STEWART, Bill M. et al. Solutions to prevent materials-handling injuries in underground coal mines. **NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health**, Spokane, U.S., mar. 2005. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/niosh/mining/pubs/pubreference/stpmh.htm>>. Acesso em: 26 abr. 2006.

STILLBORG, Bengt, **Professional users handbook for rock bolting.** Federal Republic Germany: Trans Tech Publications, 1986.

TATIYA, Ratan Raj. **Surface and underground excavations:** methods, techniques and equipment. Michigan: A. A. Balkema, 2005.

TAVARES JUNIOR, João Medeiros. **Metodologia para avaliação do sistema integrado de gestão:** ambiental, da qualidade e da saúde e segurança. 2001. 218 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2001.

TIEN, J. Health and safety challenges for China's mining industry. **Mining Engineering**, v. 57, n. 4, p. 15-23, jul. 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 10 jul. 2010.

THOMAS, Leon J. **An introduction to mining.** 2. ed. rev. Sydney: Robert Burton Printers Pty Ltda, 1979.

TORNSTROM, Linda et al. A corporate workplace model for ergonomic assessments and improvements. **Applied Ergonomics**, v. 39, n. 2, mar. 2008, p. 219–228. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/apergo>>. Acesso em: 30 nov. 2009.

TORRES, Vidal Feliz Navarro; GAMA, Carlos Dinis da. **Engenharia ambiental subterrânea e aplicações**. Rio de Janeiro: CETEM/CYTED, 2005. 550 p.

TRAKOFLER, Kathleen et al. Safety considerations for the aging workforce. **Safety Science**, Pittsburgh, v. 43, n. 10, p. 779-793, dez. 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 24 abr. 2006.

_____. Safety and health training for an evolving workforce: an overview from the mining industry. NIOSH Publication n. 2004-155, p. 1-15, jul. 2004. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/Niosh/mining/pubs/pubreference/2004-155.htm>>. Acesso em: 5 ago. 2006.

_____. The concept of degraded images applied to hazard recognition training in mining for reduction of lost-time injuries. **Journal of Safety Research**, Pittsburgh, v. 34, n. 05, p. 515-525, dez. 2003. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 5 ago. 2006.

_____. Judgment and decision making under stress: an overview for emergency managers. **International Journal of Emergency Management**, Pittsburgh, v. 1., n. 3, jul. 2003, p. 278-289. Disponível em: <<http://www.inderscience.com>>. Acesso em: 15 ago. 2006.

TROTTER, D. A.; KOPESCHNY, F. V. Cap lamp improvement in canadian mines. **Applied Occupational Environmental Hygiene**, v. 12, n. 12, p. 859-863, 1997. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/NIOSH/Mining/pubs/pdfs/vpfia.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2010.

UNITED STATES DEPARTMENT OF LABOR. **Mine safety and health administration**: coal fatal alert bulletins and investigation reports: 2007. Disponível em: <<http://www.msha.gov/fatals/fabc.htm>>. Acesso em: 24 nov. 2008.

VARLEY, F. A study of heat stress exposures and interventions for mine rescue workers. **NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health**, Sponkane, p. 133-142, dez. 2004. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/niosh/mining/pubs/pubreference/>>. Acesso em: 2 jul. 2006.

VIDAL, M. C. **Ergonomia na empresa**: útil, prática e aplicada. 2. ed. Rio de janeiro: Editora CVC, 2003.

WISNER, A. **Por dentro do trabalho**: ergonomia: método e técnica. Tradução Flora Maria Gomide Vezzà. São Paulo: FTD; Oboré, 1987.

_____. **A inteligência do trabalho**: textos selecionados de ergonomia. Tradução Roberto Leal Ferreira. São Paulo: FUNDACENTRO, 1994.

ZALK, D.M. Grassroots ergonomics: initiating an ergonomics program utilizing participatory techniques. **The Annals of Occupational Hygiene**. v. 45, n. 4, p. 283-289, nov. 2000. Disponível em: <<http://annhyg.oxfordjournals.org/content/45/4/283.short>>. Acesso em: 10 out. 2011.

ANEXO I

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DA
PESQUISA PELO CONSELHO DE ÉTICA DA UFSC

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Pro-Reitoria de Pesquisa e Extensão
Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

CERTIFICADO Nº 537

O Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Pro-Reitoria de Pesquisa e Extensão da Universidade Federal de Santa Catarina, instituído pela PORTARIA Nº 0514 GR 99 de 04 de novembro de 1999, com base nas normas para a constituição e funcionamento do CEPSH considerando o conteúdo no Regimento Interno do CEPSH, **CERTIFICA** que os procedimentos que envolvem seres humanos no projeto de pesquisa abaixo especificado estão de acordo com os princípios éticos estabelecidos pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP

APROVADO

PROCESSO: 537

FR: 306822

TÍTULO: APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS ERGONÔMICOS NOS SISTEMAS DE GESTÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO: O CASO DA MINERAÇÃO SUBTERRÂNEA

AUTOR: Leila Amaral Gontijo, Agnaldo Fernando Viera de Arruda

FLORIANÓPOLIS, 14 de Dezembro de 2009.

Coordenador do CEPSH UFSC

ANEXO II

GLOSSÁRIO DA OHSAS 18.001(2007)

1. Ação corretiva

Ação para eliminar a causa de uma não conformidade identificada ou outra situação indesejável.

Nota 1: pode existir mais de uma causa para uma não conformidade.

Nota 2: ação corretiva é executada para evitar a repetição, enquanto que a ação preventiva é executada para prevenir a ocorrência.

2. Ação preventiva

Ação para eliminar a causa de uma potencial não conformidade ou outra situação potencialmente indesejável.

Nota 1: podem existir mais de uma causa para uma potencial não conformidade.

Nota 2: a ação preventiva é executada para prevenir a ocorrência, enquanto que uma ação corretiva é executada para prevenir a repetição.

3. Auditoria

Processo sistemático, documentado e independente (não significa necessariamente externo à organização) para obter evidências da auditoria e avaliá-las objetivamente para determinar a extensão na qual os critérios de auditoria são atendidos.

4. Avaliação de riscos

Processo de avaliação dos riscos provenientes de perigos, levando em consideração a adequação de qualquer controle existente e decidindo se o risco é aceitável ou não.

5. Desempenho da SST

Resultados mensuráveis da gestão de uma organização e de seus riscos de SST.

Nota 1: a medição do desempenho da SST inclui a medição da eficácia dos controles da organização.

Nota 2: no contexto do sistema de gestão de SST, os resultados também podem ser medidos em relação à política de SST, aos objetivos da SST e a outros requisitos de desempenho da SST da organização.

6. Documento

Informação e o meio no qual ela está contida.

Nota: o meio físico pode ser papel, magnético, disco de computador de leitura ótica ou eletrônica, fotografia ou amostra-padrão, ou uma combinação destes.

7. Doença

Condição física ou mental adversa identificável, originada de, e/ou agravada por, uma atividade laboral e/ou situação relacionada ao trabalho.

8. Incidente

Evento relacionado ao trabalho no qual uma lesão ou doença (independentemente da gravidade) ou fatalidade ocorreu ou poderia ter ocorrido.

Nota 1: um acidente é um incidente que ocasionou lesão, doença ou fatalidade.

Nota 2: um incidente no qual não ocorreu lesão, doença ou fatalidade pode também ser denominado um “quase-acidente”, “quase-perda”, “ocorrência perigosa” ou “ocorrência anormal”.

Nota 3: uma situação de emergência é um tipo particular de incidente.

9. Identificação de perigos

Processo de reconhecimento de que um perigo existe e definição de suas características.

10. Local de trabalho

Qualquer local físico no qual atividades relacionadas ao trabalho são executadas sob o controle da organização.

11. Melhoria contínua

Processo recorrente de se avançar com o sistema de gestão da SST com o propósito de atingir o aprimoramento do desempenho da SST geral, coerente com a política de SST da organização.

Nota 1: não é necessário que o processo seja aplicado simultaneamente a todas as áreas de atividade.

12. Não conformidade

Não atendimento a um requisito.

Nota: uma não conformidade pode ser qualquer desvio de:

- normas, práticas, procedimentos, requisitos legais de trabalho pertinente;
- requisitos do sistema de gestão da SST.

13. Objetivo de SST

Meta de SST, em termos do desempenho da SST, que uma organização estabelece para ela própria atingir.

Nota 1: convém que os objetivos sejam quantificados, sempre que exequível.

Nota 2: os objetivos de SST devem ser coerentes com a política de SST.

14. Organização

Empresa, corporação, firma, empreendimento, autoridade ou instituição, ou parte, ou combinação desses, incorporada ou não, pública ou privada, que tenha funções e administração próprias.

Nota: para organizações que tenham mais de uma unidade operacional, uma única unidade operacional pode ser definida como uma organização.

15. Parte interessada

Indivíduo ou grupo interno ou externo ao local de trabalho, interessado ou afetado pelo desempenho da SST de uma organização.

16. Perigo

Fonte, situação ou ato com potencial para provocar danos humanos em termos de lesão ou doença, ou uma combinação destas.

17. Política de SST

Intenções e princípios gerais de uma organização em relação ao seu desempenho da SST, conforme formalmente expresso pela alta direção.

Nota 1: a política de SST Forné um arcabouço para a ação e para o estabelecimento dos objetivos de SST.

18. Procedimento

Forma especificada de executar uma atividade ou um processo.

Nota: procedimentos podem ser documentados ou não.

19. Registro

Documento que apresenta resultados obtidos ou fornece evidências de atividades realizadas.

20. Risco

Combinação da probabilidade de ocorrência de um evento perigoso ou exposição com a gravidade da lesão ou doença que pode ser causada pelo este evento ou exposição.

21. Risco aceitável

Risco que foi reduzido a um nível que pode ser tolerado pela organização, levando em consideração suas obrigações legais e a sua política de SST.

22. Segurança e Saúde no Trabalho (SST)

Condições e fatores que afetam, ou poderiam afetar, a segurança e a saúde de funcionários ou de outros trabalhadores (incluindo trabalhador temporário e pessoal terceirizado), visitantes e qualquer outra pessoa no local de trabalho.

Nota: organizações podem estar sujeitas a requisitos legais para a segurança e saúde das pessoas fora de seu local de trabalho, ou que estejam expostas às atividades do local de trabalho.

23. Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (SGSST)

Parte do sistema de gestão de uma organização utilizada para desenvolver e implementar sua política de SST e para gerenciar seus riscos de SST.

Nota 1: um sistema de gestão é um conjunto de elementos inter-relacionados utilizados para estabelecer a política e os objetivos e para atingir tais objetivos.

Nota 2: um sistema de gestão inclui estrutura organizacional, atividades de planejamento (incluindo, por exemplo, a avaliação de riscos e o estabelecimento de objetivos), responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos.

ANEXO III

REQUISITOS DO SGSST DA OHSAS 18.001 (2007)

REQUISITOS DA NORMA OHSAS 18.001 (2007)

1. Requisitos gerais

A organização deve estabelecer, documentar, implementar, manter e melhorar continuamente um SGSST em conformidade com os requisitos desta norma OHSAS 18.001 (2007) e determinar como ele irá atender a esses requisitos.

A organização deve definir e documentar o escopo do seu sistema de gestão da SST.

2. Política de SST

A alta direção deve definir e autorizar a política de SST da organização e assegurar que, dentro do escopo definido de seu sistema de gestão da SST, a política:

- a) seja apropriada à natureza e à escala dos riscos da SST da organização;
- b) inclua um comprometimento com a prevenção de lesões e doenças ocupacionais e com a melhoria contínua do sistema da gestão da SST e do desempenho da SST;
- c) inclua um comprometimento em atender pelo menos aos requisitos legais aplicáveis e aos outros requisitos subscritos pela organização que se relacionem aos seus perigos de SST;
- d) forneça o arcabouço para o estabelecimento e para a análise crítica dos objetivos de SST;
- e) seja documentada, implementada e mantida;
- f) seja comunicada a todas as pessoas que trabalhem sob o controle da organização, com o intuito de que elas tenham ciência de suas obrigações individuais em relação à SST;
- g) esteja disponível às partes interessadas; e
- h) seja periodicamente analisada criticamente para assegurar que permanece pertinente e apropriada para a organização.

3. Planejamento

3.1 Identificação de perigos, avaliação de riscos e determinação de controles

A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimento(s) para a identificação contínua de perigos, a avaliação de riscos e a determinação dos controles necessários.

O(s) procedimento(s) para identificação de perigos e para avaliação de riscos deve levar em consideração:

- a) atividades rotineiras e não rotineiras;
- b) atividades de todas as pessoas que tenham acesso ao local de trabalho (incluindo terceirizados e visitantes);
- c) comportamento humano, capacidades e outros fatores humanos;
- d) perigos identificados de origem externa ao local de trabalho que sejam capazes de afetar adversamente a saúde e a segurança das pessoas que estejam sob o controle da organização no local de trabalho;
- e) perigos criados na vizinhança do local de trabalho por atividades relacionadas ao trabalho sob o controle da organização;
- f) infraestrutura, equipamentos e materiais no ambiente de trabalho, sejam estes fornecidos pela organização ou por outros;
- g) mudanças ou propostas de mudanças na organização, em suas atividades ou materiais;
- h) modificações no sistema de gestão da SST, incluindo mudanças temporárias, bem como seus impactos nas operações, processos e atividades;
- i) qualquer obrigação legal aplicável relacionada à avaliação de risco e à implementação dos controles necessários;
- j) o projeto de áreas de trabalho, processos, instalações, maquinário, equipamentos, procedimentos operacionais e organização do trabalho, incluindo sua adaptação às capacidades humanas.

A metodologia da organização para a identificação de perigos e avaliação de riscos deve:

- a) ser definida em relação ao seu escopo, natureza e momento oportuno para agir e assegurar que ela seja proativa ao invés de reativa;

b) fornecer subsídios para a identificação, a priorização e a documentação dos riscos, bem como para a aplicação dos controles, como apropriado.

Para a gestão de mudanças, a organização deve identificar os perigos e os riscos de SST, associados às mudanças na organização, no sistema de gestão de SST ou nas suas atividades, antes da introdução de tais mudanças.

A organização deve assegurar que os resultados destas avaliações sejam levados em consideração quando da determinação dos controles.

Ao determinar os controles ou considerar as mudanças nos controles existentes, deve-se considerar a redução dos riscos de acordo com a seguinte hierarquia:

- a) Eliminação;
- b) Substituição;
- c) Controles de engenharia;
- d) Sinalização/avisos ou controles administrativos;
- e) Equipamentos de proteção individual.

A organização deve documentar e manter atualizados os resultados da identificação de perigos, da avaliação de riscos e dos controles determinados.

A organização deve assegurar que os riscos de SST e os controles determinados sejam levados em consideração no estabelecimento, na implementação e na manutenção de seu sistema de gestão da SST.

3.2 Requisitos legais e outros requisitos

A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimento(s) para identificar e ter acesso à legislação e a outros requisitos de SST que lhe são aplicáveis.

A organização deve assegurar que tais requisitos legais aplicáveis e outros requisitos subscritos por ela sejam levados em consideração no estabelecimento, implementação e manutenção do seu sistema de gestão da SST.

A organização deve manter estas informações atualizadas.

A organização deve comunicar as informações pertinentes sobre requisitos legais e outros requisitos às pessoas que trabalham sob seu controle e às outras partes interessadas pertinentes.

3.3 Objetivos e programa(s)

A organização deve estabelecer, implementar e manter documentados objetivos de SST nas funções nas funções e níveis pertinentes da organização.

Os objetivos devem ser mensuráveis, quando exequível, e coerentes com a política de SST, incluindo-se os compromissos com a prevenção de lesões e doenças ocupacionais, atendendo a requisitos legais aplicáveis e a outros requisitos subscritos pela organização, e com a melhoria contínua.

Ao estabelecer e analisar criticamente seus objetivos, a organização deve considerar os requisitos legais e outros requisitos a ela subscritos e seus riscos de SST. Deve também considerar suas opções tecnológicas, seus requisitos financeiros, operacionais e comerciais, bem como a visão das partes interessadas pertinentes.

A organização deve estabelecer, implementar e manter programa(s) para atingir seus objetivos. Os programa(s) deve (m) incluir, no mínimo:

- a) a atribuição de responsabilidade e autoridade para atingir os objetivos em cada função e nível pertinente da organização; e
- b) os meios e o prazo no qual estes objetivos devem ser atingidos.

Os programas devem ser analisados criticamente a intervalos regulares, planejados e ajustados, se necessário, para assegurar que os objetivos sejam atingidos.

4. Implementação e operação

4.1 Recursos, funções, responsabilidade, responsabilização e autoridade

A alta direção deve assumir a responsabilidade final pela SST e pelo sistema de gestão da SST.

A alta direção deve demonstrar o seu comprometimento:

a) garantindo a disponibilidade de recursos essenciais para estabelecer, implementar, manter e melhorar o sistema de gestão da SST;

Nota 1: “recursos” inclui recursos humanos, habilidades especializadas, infraestrutura organizacional, tecnologia e recursos financeiros.

b) definindo funções, alocando responsabilidades e prestações de contas e delegando autoridades, a fim de facilitar a gestão eficaz da SST. Funções, responsabilidades, prestações de contas e autoridades devem ser documentadas e comunicadas.

A organização deve indicar representante(s) da alta direção com responsabilidade específica pela SST, independentemente de outras responsabilidades e com funções e autoridade para:

a) assegurar que o sistema de gestão da SST seja estabelecido, implementado e mantido conforme esta norma OHSAS;

b) assegurar que os relatos sobre o desempenho do sistema de gestão da SST sejam apresentados à alta direção para análise crítica e sejam utilizados como base para melhoria do sistema de gestão da SST.

A identidade da pessoa indicada pela alta direção deve estar à disposição de todas as pessoas que trabalham sob o controle da organização.

Todos aqueles com responsabilidade administrativa devem demonstrar seu comprometimento com a melhoria contínua do desempenho da SST.

A organização deve assegurar que as pessoas, no local de trabalho, assumam responsabilidades por aspectos da SST sobre os quais elas exerçam controle, incluindo a conformidade com os requisitos aplicáveis de SST da organização.

4.2 Competência, treinamento e conscientização

A organização deve assegurar que qualquer pessoa sob seu controle que realize tarefas que possam causar impactos da SST seja competente com base em formação apropriada, treinamento ou experiência, devendo reter os registros associados.

A organização deve identificar necessidades de treinamento associadas aos seus riscos de SST e a seu sistema de gestão de SST. Ela deve fornecer treinamento ou tomar outra ação para atender a essas

necessidades, avaliar a eficácia do treinamento ou da ação tomada e reter os registros associados.

A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimentos para fazer com que as pessoas que trabalhem sob o seu controle estejam conscientes:

- a) das consequências para SST, reais ou potenciais, de suas atividades de trabalho, de seu comprometimento e dos benefícios para a SST resultantes da melhoria de seu desempenho pessoal;
- b) de suas funções e responsabilidades e da importância em atingir a conformidade com a política e os procedimentos de SST e com os requisitos do sistema de gestão da SST, incluindo os requisitos de preparação e resposta a emergências.
- c) das consequências potenciais da inobservância de procedimentos especificados.

Os procedimentos de treinamento devem levar em consideração os diferentes níveis de:

- a) responsabilidade, habilidade, linguagem, proficiência em línguas e instrução;
- b) riscos

4.3 Comunicação, participação e consulta

4.3.1 Comunicação

Com relação aos seus perigos de SST e ao sistema de gestão da SST, a organização deve estabelecer, implementar e manter procedimento(s) para:

- a) comunicação interna entre os diversos níveis e funções da organização;
- b) comunicação com terceirizados e outros visitantes no local de trabalho;
- c) recebimento, documentação e resposta a comunicações pertinentes oriundas de partes interessadas externas;

4.3.2 Participação e consulta

A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimento(s) para:

- a) a participação dos trabalhadores por intermédio de:
 - seu envolvimento apropriado na identificação de perigos, na avaliação de riscos e na determinação de controles;
 - seu envolvimento apropriado na investigação de incidentes;
 - seu envolvimento no desenvolvimento e análise crítica das políticas e objetivos de SST;
 - consulta quando existirem quaisquer mudanças que afetem sua SST;
 - representação nos assuntos de SST.

Os trabalhadores devem ser informados sobre os detalhes da sua participação, incluindo quem é seu representante nos assuntos de SST.

- b) A consulta aos terceirizados quando existirem mudanças que afetem sua SST.

A organização deve assegurar que, quando apropriado, as partes interessadas externas pertinentes sejam consultadas sobre assuntos de SST relevantes.

4.4 Documentação

A documentação do sistema de gestão da SST deve incluir:

- a) a política e os objetivos de SST;
- b) a descrição do escopo do sistema de gestão da SST;
- c) a descrição dos principais elementos do sistema de gestão da SST e sua interação e referência aos documentos relacionados;
- d) a documentação, incluindo registros, requerida por esta norma OHSAS;
- e) a documentação, incluindo registros, determinada pela organização como sendo necessários para assegurar o planejamento, a operação e o controle eficazes dos processos que estejam associados à gestão de seus riscos de SST.

4.5 Controle de documentos

Os documentos requeridos pelo sistema de gestão da SST e por esta norma OHSAS devem ser controlados.

A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimentos para:

- a) aprovar documentos quanto à sua adequação, antes de seu uso;
- b) analisá-los criticamente e atualizá-los, conforme necessário, e reaprovar documentos;
- c) assegurar que alterações e a situação atual da revisão de documentos sejam identificadas;
- d) assegurar que as versões pertinentes de documentos aplicáveis estejam disponíveis nos locais de utilização;
- e) assegurar que os documentos permaneçam legíveis e prontamente identificáveis;
- f) assegurar que documentos de origem externa, determinados pela organização como sendo necessários ao planejamento e à operação do sistema de gestão de SST, sejam identificados e que sua distribuição seja controlada; e
- g) prevenir a utilização não intencional de documentos obsoletos e utilizar identificação adequada neles, se forem retidos para quaisquer fins.

4.6 Controle operacional

A organização deve determinar aquelas operações e atividades que estejam associadas aos perigos identificados, nas quais a implementação de controles for necessária para gerenciar os riscos de SST. Isto deve incluir a gestão de mudanças.

Para tais operações e atividades, a organização deve implementar e manter:

- a) controles operacionais, conforme aplicável à organização e às suas atividades. A organização deve integrar tais controles operacionais ao sistema de gestão da SST na sua integralidade;
- b) controles relacionados a produtos, serviços e equipamentos adquiridos;

- c) controles relacionados a terceirizados e a outros visitantes no local de trabalho;
- d) procedimentos documentados para cobrir situações em que sua ausência possa acarretar desvios em relação à política e aos objetivos de SST;
- e) critérios operacionais estipulados, nos quais sua ausência possa acarretar desvios em relação à política e aos objetivos de SST.

4.7 Preparação e atendimento a emergências

A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimento(s) para:

- a) identificar potenciais situações de emergência;
- b) responder a essas situações de emergência.

A organização deve responder às situações reais de emergência e prevenir ou mitigar as consequências adversas associadas para a SST.

Ao planejar sua resposta a emergências, a organização deve levar em consideração as relevantes das partes interessadas pertinentes, tais como serviços de emergência e a vizinhança.

A organização deve também testar periodicamente seus procedimentos para resposta a situações de emergências, quando exequível, envolvendo as relevantes partes interessadas, como conforme apropriado.

A organização deve periodicamente analisar criticamente e, quando necessário, revisar seus procedimentos de preparação e resposta a emergências, em particular após os testes periódicos e depois da ocorrência de situações de emergências.

5. Verificação

5.1 Monitoramento e medição do desempenho

A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimento(s) para monitorar e medir regularmente o desempenho da SST. Este(s) procedimento(s) devem fornecer:

- a) medições qualitativas e quantitativas, apropriadas às necessidades da organização;
- b) monitoramento do grau de atendimento aos objetivos de SST da organização;
- c) monitoramento da eficácia dos controles (tanto para a saúde quanto para a segurança);
- d) medidas proativas de desempenho que monitorem a conformidade com os programas de gestão da SST e com os controles e critérios operacionais;
- e) medidas reativas de desempenho que monitorem doenças ocupacionais, incidentes (incluindo acidentes, quase-acidentes etc.) e outras evidências históricas de deficiências no desempenho da SST;
- f) registro de dados e resultados do monitoramento e medição suficientes para facilitar a subsequente análise de ações corretivas e ações preventivas.

Se forem requeridos equipamentos para monitorar ou medir o desempenho, a organização deve estabelecer e manter procedimentos para a calibração e para a manutenção destes equipamentos, como apropriado. Os registros das atividades e dos resultados da calibração e manutenção devem ser retidos.

5.2 Avaliação do atendimento a requisitos legais e a outros

De maneira coerente com o seu comprometimento de atendimento a requisitos, a organização deve estabelecer, implementar e manter procedimento(s) para avaliar periodicamente o atendimento aos requisitos legais aplicáveis.

A organização deve avaliar o atendimento a outros requisitos por ela subscritos. A organização pode combinar esta avaliação com a avaliação referida no item anterior ou estabelecer um procedimento em separado.

A organização deve manter registros dos resultados destas avaliações periódicas.

5.3 Investigação de incidentes, não conformidades e ações corretivas e preventivas

5.3.1 Investigação de incidentes

A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimento(s) para registrar, investigar e analisar incidentes a fim de:

- a) determinar deficiências de SST subjacentes e outros fatores que possam estar causando ou contribuindo para a ocorrência de incidentes;
- b) identificar a necessidade de ações corretivas;
- c) identificar a oportunidade de ações preventivas
- d) identificar oportunidades para a melhoria contínua;
- e) comunicar os resultados das investigações.

As investigações devem acontecer em tempo adequado.

Qualquer necessidade de ação corretiva ou oportunidade de ação preventiva deve ser tratada em acordo com as partes interessadas relevantes do próximo item.

Os resultados das investigações de incidentes devem ser documentados e mantidos.

5.3.2 Não conformidades, ações corretivas e preventivas

A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimentos para tratar as não conformidades reais e potenciais e para executar ações corretivas e preventivas. Os procedimentos devem definir os requisitos para:

- a) identificar e corrigir as não conformidades e executar ações para mitigar suas consequências para a SST;
- b) investigar não conformidades, determinar suas causas e executar ações para evitar sua repetição;
- c) avaliar a necessidade de ações para prevenir não conformidades e implementar ações apropriadas desenhadas para evitar a sua ocorrência;
- d) registrar e comunicar os resultados das ações corretivas e preventivas executadas; e
- e) analisar criticamente a eficácia das ações corretivas e preventivas executadas.

Quando as ações corretivas e preventivas identificam novos perigos ou alterações nos existentes ou a necessidade de controles novos ou modificados, o procedimento deve requerer que as ações propostas sejam submetidas a uma avaliação de riscos antes de sua implementação.

Qualquer ação corretiva ou preventiva executada para eliminar as causas de não conformidade real ou potencial deve ser adequada à magnitude dos problemas e comensurável com os riscos de SST encontrados.

A organização deve assegurar que quaisquer mudanças necessárias resultantes de ações corretivas e preventivas sejam feitas na documentação do sistema de gestão da SST.

5.4 Controle de registros

A organização deve estabelecer e manter registros, conforme necessário, para demonstrar conformidade com os requisitos de seu sistema de gestão da SST e desta norma OHSAS, bem como os resultados obtidos.

A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimentos para a identificação, o armazenamento, a proteção, a recuperação, a retenção e o descarte destes registros.

Os registros devem ser mantidos legíveis, identificáveis e rastreáveis.

5.5 Auditoria interna

A organização deve assegurar que as auditorias internas periódicas do sistema de gestão da SST sejam conduzidas em intervalos planejados para:

a) determinar se o sistema de gestão da SST:

- 1) está em conformidade com os arranjos planejados para a gestão da SST, incluindo os requisitos desta norma OHSAS;
- 2) foi devidamente implementado e tem sido mantido;
- 3) é eficaz no atendimento à política e aos objetivos da organização.

b) fornecer informações à administração sobre os resultados das auditorias.

Programas de auditoria devem ser planejados, estabelecidos, implementados e mantidos pela organização com base nos resultados das avaliações de riscos das atividades da organização e nos resultados das auditorias anteriores.

Procedimentos de auditoria devem ser estabelecidos, implementados e mantidos, para tratar:

- das responsabilidades, competências e requisitos para se planejar e conduzir as auditorias, para relatar os resultados e reter os registros associados;
- da determinação dos critérios, escopos, frequência e métodos de auditoria.

A seleção de auditores e a condução das auditorias devem assegurar objetividade e imparcialidade do processo de auditoria.

6. Análise crítica pela direção

A alta direção deve analisar criticamente o sistema de gestão da SST da organização, em intervalos planejados, para assegurar sua continuada adequação, pertinência e eficácia. As análises críticas devem incluir a avaliação de oportunidades para a melhoria e a necessidade de alterações no sistema de gestão da SST, incluindo a política e os objetivos de SST. Os registros das análises críticas pela direção devem ser mantidos.

As entradas para a análise crítica pela direção devem incluir informações sobre:

- a) resultados das auditorias internas e das avaliações do atendimento aos requisitos legais aplicáveis e a outros requisitos subscritos pela organização;
- b) resultados da participação e consulta;
- c) comunicações pertinentes provenientes de partes interessadas externas, incluindo reclamações;
- d) o desempenho de SST da organização;
- e) a extensão na qual foram atendidos os objetivos;
- f) a situação das investigações de incidentes, das ações preventivas e corretivas;
- g) ações de acompanhamento das análises críticas pelas direções anteriores;

- h) mudanças de circunstâncias, incluindo desenvolvimento em requisitos legais e outros relacionados à SST;
- i) recomendações para melhoria.

As saídas das análises críticas pela direção devem ser coerentes com o comprometimento da organização, com a melhoria contínua e devem incluir quaisquer decisões e ações relacionadas a possíveis mudanças:

- a) no desempenho da SST;
- b) na política e objetivos de SST;
- c) nos recursos;
- d) em outros elementos do sistema de gestão da SST.

As saídas pertinentes da análise crítica pela administração devem ser disponibilizadas para comunicação e consulta.